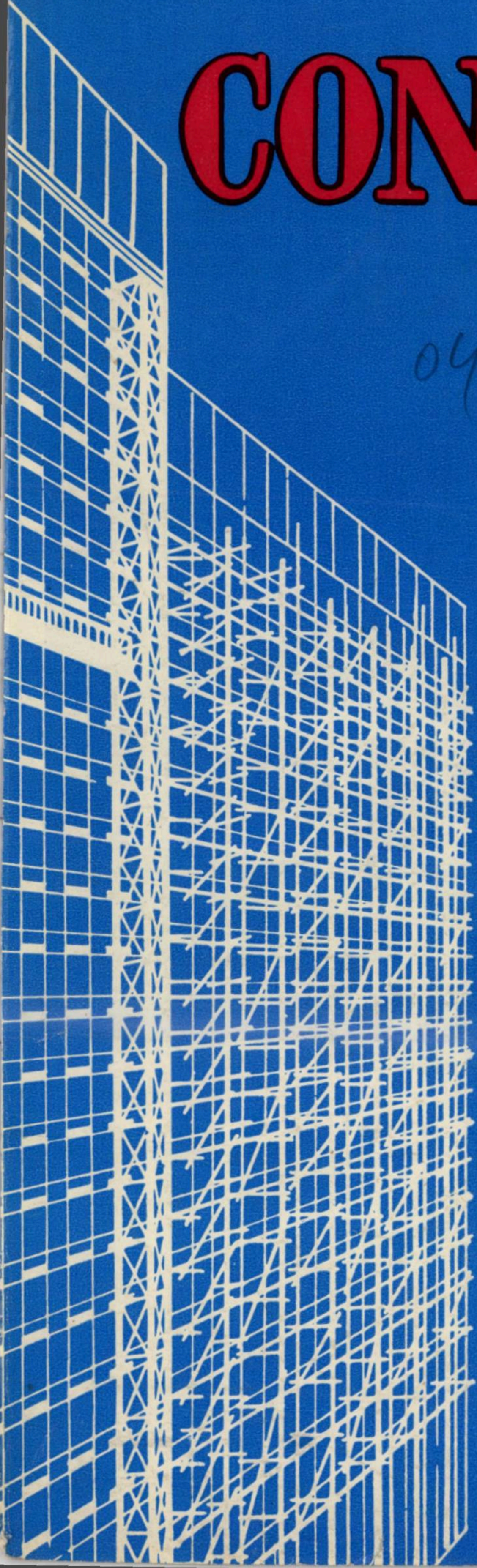
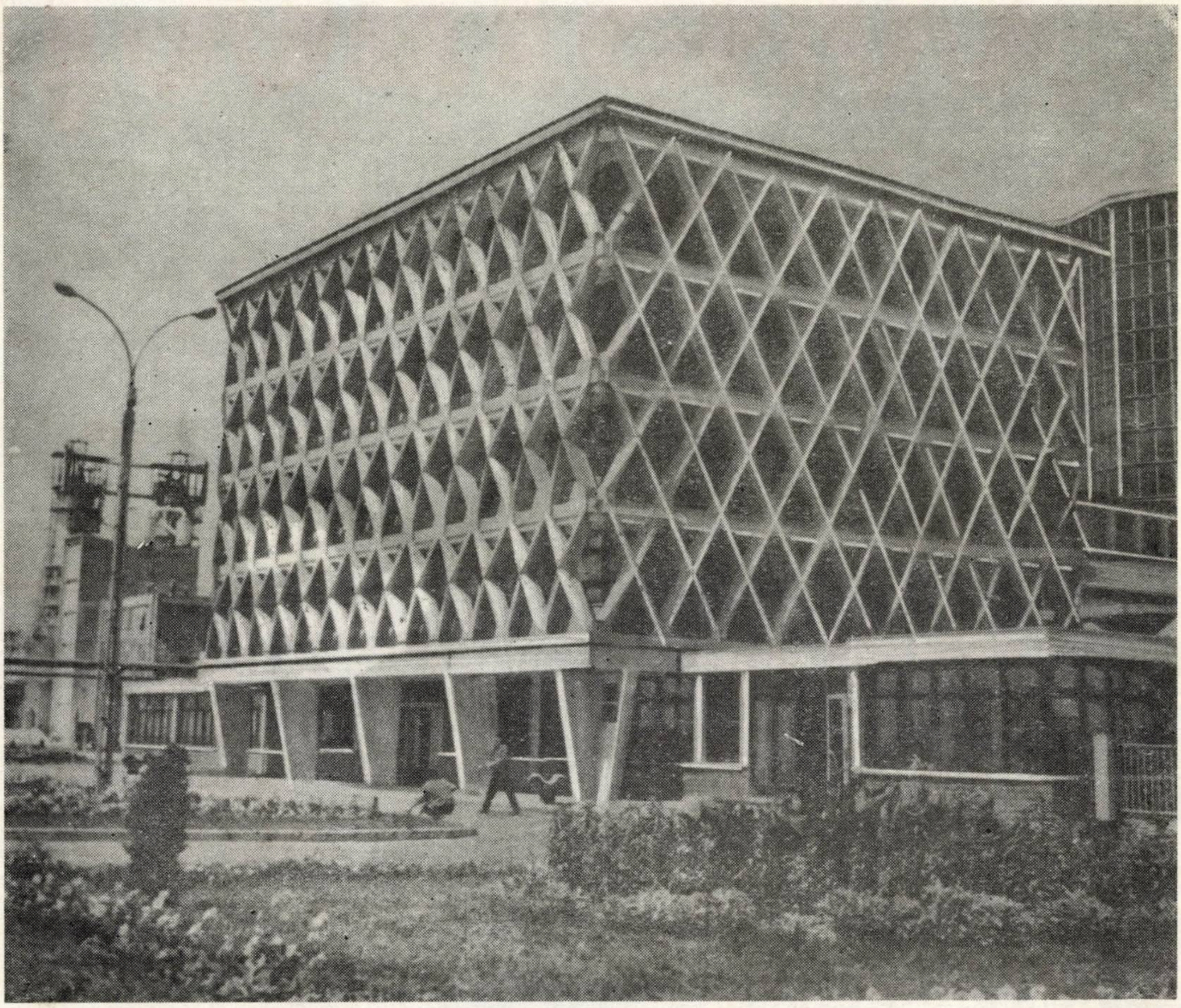
E 1688

CONSTRUCȚII

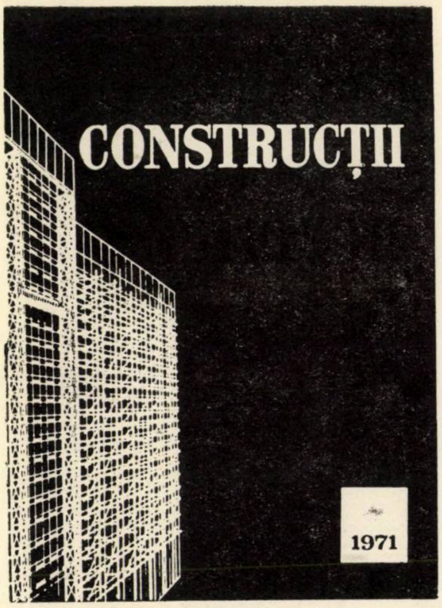
04



1
1971



Fabrica de zahăr Buzău ● Vedere parțială



Nr. 1/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

Ing. Constantin IONESCU :
Cincinal nou, sarcini sporite 1

Prof. ing. Răducanu CIOROIU, ing. Florin DOBRESCU :
Propunerea unei metode de estimare a eficienței economice a investițiilor, folosind teoria utilității 4

Conf. ing. Anatolie MIHUL, ing. M. PATRAȘ, ing. R. GRIGORESCU, ing. D. VĂTĂMAN :
Soluții aplicate în practică pentru sporirea capacității de rezistență a unor construcții existente la acțiunea sarcinilor seismice 10

Arh. Gheorghe POLIZU :
O experiență privind reducerea consumului de lemn în construcții 17

Ing. Gheorghe GEORGESCU, ing. O. VOROBCIUC :
O nouă realizare pe linia industrializării execuției părții de construcție a rețelelor de termoficare 21

Ing. Gheorghe MOMANU :
Posibilități de utilizare a pînzelor subțiri pentru realizarea fundațiilor 26

Ing. Gheorghe RÎCĂ :
Considerații asupra utilizării distorsiunilor la rezolvarea cadrelor etajate cu noduri deplasabile 32

Ing. Gert KESSLER :
Influența agregatelor asupra calității betoanelor 38

Valentin MIRONESCU :
Metodă și aparat pentru determinarea perioadelor proprii la construcțiile înalte 40

CRONICĂ:
A III-a conferință de betoane. Cluj, noiembrie 1970 43

RECENZII

DOCUMENTAR

RECOMANDĂRI PENTRU AUTORI 57

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția și administrația : Str. Episcopiei nr. 9, Sector 1
Căsuța poștală 2980
Telefon : 16.49.14
Prețul unui abonament anual : 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef **IMMR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific **INCERC** ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNCS** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

[library stamp]

SUMMARY

R. CIOROIU, FL. DOBRESCU : An estimating method of the economic efficiency of investments by using the utility theory

Based on the utility theory and using the Neuman-Morgenstern method, the authors suggest an estimating method for the economic efficiency of investments in building by using mathematical means scientifically est a blished. This method could be a new and useful tool at the disposal of the decisionmaking people, able to avoid the arbitrary and subjectivity in estimating the economic efficiency of investments with the aim of chosing the best variant.

A. MIHUL, M. PATRAŞ, R. GRIGORESCU, D. VĂTĂMAN : Practical solutions to increase earthquake-resistance of some old buildings

Some systems of increasing the earthquake-resistance of old buildings, that are worth modernizing, are analyzed in the article.

The authors present five examples of buildings thus consolidated by various methods without introduction of transverse membranes. There are analyzed the best ways of leading the seisimic stress towards the newly introduced members, thus discharging the previous structure and drawing it with its whole capacity of resistance in the newly created structural system.

To suggest the best solutions of resolving the consolidation problem, the authors envisaged the lowest costs and, at the same time, such technological conditions of execution that would not interfere with the work process, where it could not be interrupted.

GH. POLIZU : An experiment concerning timber saving in rural constructions

In the article the author presents the experience gained within the "Institute of design for the building materials industry" of Bucharest concerning important timber savings in rural-type structures : dwelling, sow shed, cow shed, maize barn. Though the prototypes were of small size, the results are of great interest, since, by using such materials as : autoclaved cell concrete, asbestos cement boards, pre-stressed concrete, one could achieve important timber savings.

GH. GEORGESCU and O. VOROBCIUC : A new achievement aiming at industrializing the construction of district heating networks.

The permanent care of saving materials and labour and of increasing the industrialization of building elements for distict heating networks resulted in the elaboration of the first design of repetitive use of inspection chambers for this kind of networks. The authors present the two variants designed : partially and wholly prefabricated.

GH. MOMANU : Possibilities of using thin shells in foundation footings

The thin shells — the author argues — can be used for all kinds of direct foundations : insulated, continuous, grill-type, slab foundation, as well as for tank bottoms, anchorages etc. where they prove to have a better behaviour than the conventional foundations and are also time and money saving and easier to execute.

Therefore one has to study theoretically as well as by tests, the peculiarities of the thin shells used as foundations. When their behaviour will be completely elucidated, the designers' and builders' still existing reserve towards their use, will disappear.

GH. RICA : Some considerations on the application of distorsions in the analysis of multistorey frames with displaceable knots

The author expounds an analysis procedure for multistorey frames founded on a step by step computation of flexural moments and rotations ; these operations make use of distortions in order to increase the convergency speed.

The equations required for a step by step computation are established starting from the conventional set of equations for multistorey frames ; the distortions introduced are used under their generally valid form.

The paper then examines the structure of the set of equations and so derives several simpler and easier to handle iteration schemes applicable in the case of frames with some geometrical peculiarities.

V. MIRONESCU : Method and device for the determination of the natural periods of high buildings

The author presents the data concerning the features, field of application and mode of operation of an original device — developed by INCERC (Research Institute for Construction and Construction Economy) — for determining the natural periods of vibration of high buildings.

SOMMAIRE

R. CIOROIU, FL. DOBRESCU : Une méthode d'estimation de l'éfficience économique des investissements, basée sur la théorie de l'utilité

En s'appuyant sur la théorie de l'utilité et employant la méthode Neuman-Morgenstern, les auteurs se proposent de suggérer une méthode d'estimer l'éfficience économique des investissements par l'emploi de procédés mathématiques scientifiquement fondés. Cette méthode pourrait constituer un instrument nouveau et utile, à la portée des facteurs de décision (auteurs de projets, organes à aviser etc.) destiné à éliminer l'arbitraire et la subjectivité dans le calcul de l'efficience économique des investissements, ayant pour but le choix de la variante optime.

A. MIHUL, M. PATRAŞ, R. GRIGORESCU, D. VĂTĂMAN : Solutions employées pour augmenter la capacité de résistance des bâtiments déja construits à l'action des charges séismiques

Il s'agit des possibilités d'augmenter la capacité de résistance aux charges horizontales, appliquées aux bâtiments encore exploités, qui valent la peine d'être modernisés.

L'article présente cinq exemples de bâtiments consolidés de manières différentes, sans introduction de diaphragmes transversaux. On analyse la modalité de diriger le mieux possible les sollicitations provenant des actions séismiques vers les éléments nouvellement introduits, qui déchargent la construction existante et l'entraînent avec toute sa capacité de résistance au système structural nouvellement créé.

Pour arriver aux meilleures méthodes de consolidation on a eu en vue le coût le plus avantageux, ainsi que les conditions technologiques d'exécution en mesure de ne pas encombrer la production, quand elle ne peut être interrompue.

GH. POLIZU : Une expérience portant sur des économies de bois dans la construction rurale

L'article est consacré à l'expérience gagnée dans le cadre de l'Institut de l'établissement des projets pour l'industrie des matériaux de construction, concernant d'importantes économies en bois de construction realisées dans des bâtiments ruraux : habitation, étable à truies, vacherie, grenier à maïs. Malgré les dimensions réduites des prototypes, les résultats acquis présentent beaucoup d'intérêt, car, par l'emploi des matériaux tels que le béton cellulaire autoclavé, les dalles en amiante ciment, le béton pré-comprimé, on peut arriver à d'importantes économies de bois.

GH. GEORGESCU et O. VOROBCIUC : Une nouvelle réalisation dans le domaine de l'industrialisation de la construction des réseaux de chauffage urbain.

La permanente préoccupation de réduire la consommation de matériaux et de main d'œuvre et de développer l'industrialisation des éléments de construction pour les réseaux de chauffage urbain a conduit à l'élaboration du premier projet réutilisable pour des regards de visite propre à ces réseaux. Les auteurs présentent les deux variantes du projet : préfabriqués en totalité ou en partie.

GH. MOMANU : Possibilités d'emploi des voiles de béton à la construction des fondations

Les voiles de béton peuvent être utilisées pour toute une gamme de fondations sur le sol : séparées, continues, type treillis, radier, ainsi que pour des fonds de réservoirs, ancrages etc., où elles se comportent mieux et s'avérent plus avantageuses, du point de vue économique et de l'exécution, que les fondations traditionnelles. C'est pour cette raison qu'il faut étudier davantage les particularités des voiles de béton, tant en théorie, qu'en pratique : dès que leur modalité de comportement sera entièrement élucidée, la réticence qu'on constate encore parmi les constructeurs envers l'emploi de ce genre de fondations, disparaîtra.

GH. RICA : Considérations concernant l'emploi des distorsions au calcul des cadres étagés à noeuds déplaçables

Pour le calcul des cadres à noeuds déplaçables, l'auteur présente une méthode d'itération sur les rotations ou les moments, par l'emploi des opérations de distorsion pour augmenter la rapidité de convergence. En partant des équations classiques des cadres étagés à noeuds déplaçables on établit les équations correspondantes aux itérations par l'emploi des distorsions, sous forme générale.

Pour les cadres comportant certaines particularités géométriques on y fait l'analyse de la structure des équations générales ; et ainsi on arrive à des schémas d'itération beaucoup plus simples et faciles à employer.

V. MIRONESCU : Méthode et appareil pour la détermination des périodes propres des hauts bâtiments

L'article présente les données caractéristiques, le domaine d'emploi et la manière de s'en servir d'un appareil original, élaboré dans le cadre de l'INCERC (Institut pour la recherche en construction et l'économie du bâtiment), pour déterminer les périodes propres de vibration des hauts bâtiments.

INHALT

R. CIOROIU, FL. DOBRESCU: Ein Verfahren für eine schätzungsweise Bestimmung der wirtschaftlichen Wirksamkeit der Investitionen auf Grund der Nützlichkeitstheorie

Die Autoren haben als Ausgangspunkt die Nützlichkeitstheorie und das von Neuman — Morgenstern Verfahren gewählt um ein Verfahren abzuleiten das ermöglichen soll die wirtschaftliche Wirksamkeit der Investitionen zu schätzen unter Anwendung von wissenschaftlich begründeten mathematischen Mitteln. Dieses Verfahren könnte ein neuartiges und nützliches Instrument bilden, denen zur Verfügung gestellt (Projektverfasser, Begutachtungsstellen u. a. m.) deren Aufgabe es ist Beschlüsse zu fassen; Willkür und Subjektivismus werden auf diese Weise gebannt aus der Berechnung der wirtschaftlichen Wirksamkeit der Investitionen, sobald es sich um die Wahl der optimalen Losung handelt.

A. MIHUL, M. PATRAŞ, R. GRIGORESCU, D. VĂTĂMAN: Einige Lösungen aus der Praxis zur Steigerung der Tragfähigkeit vorhandener Bauten unter dem Angriff von Erdbebenlasten

Es werden untersucht einige Verfahren zur Steigerung der Tragfähigkeit von älteren Bauten unter dem Angriff von waagerechten Lasten, angenommen dass die Bauten sich noch im Batrieb befinden und eine Modernisierung rechtfertigen.

Der Artikel untersucht fünf Beispiele die nach unterschiendlichen Verfahren konsolidiert wurden ohne Hilfe von Quertragwänden. Ausserdem wird untersucht die bestmögliche Einführung von Erdbebenspannungen in die neueren Bauteile, deren Aufgabe ist die vorhandene Tragkonstruktionen zu entlasten und ihre gesamte Tragfähigkeit in das jüngstens geschaffene Tragsystem einzugliedern.

Bei der Lösung der Probleme die mit den Konsolidationsarbeiten zusammenhängen wurde angestrebt die Kosten zu ermässigen und ausserdem zweckmässsige Bauverfahren anzuwenden um den Produktionsprozess nicht zu stören in allen Fällen wo dieser nicht unterbrochen werden durfte.

GH. POLIZU: Einige Erfahrungen hinsichtlich Ermässigung des Holzbedarfs im landwirtschaftlichen Bausektor

Der Artikel übermittelt die Erfahrung des Projektierungsinstituts für Baustoffindustrie in Zusammenhang mit einigen bedeutenden Erspannisquellen im landwirtschaftlichen Bausektor: Wohnbauten, Stallanlagen für gebärende Säue, Stallanlagen für Milchkühe, Lagerhäuser für Maiskolben. Ungeachtet der kleinen Abmessungen der Prototypbauten, wird hervor gehoben dass die erlangten Ergebnisse besonders interessant sind insofern die Anwendung gewisser Baustoffe wie z.B. Autoklav-Zellenbeton, Asbestzementplatten Spannbeton u.a.m. uns ermöglicht bedeutende Holzmengen zu ersparen.

GH. GEORGESCU, O. VOROBCIUC: Eine neue Errungenschaft auf dem wege der Bauindustrialisierung von Fernheizleitungen

Die ununterbrochene Sorge den Baustoff- und Arbeitsverbrauch herabzusetzen und die Industrialisierung der Erzeugung von Bauteilen für Fernheizleitungen zu fördern bilden die Grundlage für den ersten wiederverwandbaren Projekt für Revisionsschächte. Die Autoren beschreiben die beiden Losungen: vollständige unde teilweise Vorfertigung.

GH. MOMANU: Anwendungsmöglichkeiten von Schalenkonstruktionen im Grundbau

Schalenkonstruktionen, so beweist der Autor, können angewandt werden bei der Herstellung sämtlicher unmittelbaren Gründungsarten: einzelne oder durchlaufende Gründungen, netzwerkartige Gründungen, Tragroste, Behälterböden, Verankerungen u.a.m., nämlich in allen Fällen wo sie ein besseres Verhalten gegenüber üblichen Gründungsarten aufweisen und ausserdem auch vorteilhafter was Kosten und Bau anbetrift sind. Dafür ist es aber not wendig die Eigenartigkeiten der Schalenkonstruktionen für den Grundbau, sowohl theoretisch wie auch experimentell,zu, erforschen; sobald ihr Verhalten völlig geklärt sein wird werden auch die Bedenken die noch in den Reihen gewisser Bauingenieure betreffend deren Anwendung auftreten sicherlich verschwinden.

GH. RICA: Einige Betrachtungen über die Anwendung der Distorsionsrechnung bei der Bemessung von Stockwerkrahmen mit verschieblichen Knotenpunkten

Der Autor führt vor ein Rechenverfahren für Stockwerkrahmen mit verschieblichen Knotenpunkten gekennzeichnet durch durch eine näherungsweise Bestimmung der Drehungs- und Momentenwerte unter Anwendung der Distorsionsrechnung die eine bessere Konvergenzgeschwindigkeit des Rechenganges ermöglicht.

Ausgangspunkt bilden die wohlbekannten Gleichungen für Stockwerkrahmen mit verschieblichen Knotenpunkten; die gehörigen Näherungsgleichungen werden abgeleitet unter Anwendung von Distorsionen in einer allgemein gültigen Form. Die Gestaltung der allgemeinen Gleichungen wird untersucht für einige Rahmenformen die geometrische Eigenartigkeiten aufzuweisen haben; es werden daraufhin einfachere und leichter anwendbare Näherungsschemas abgeleitet.

V. MIRONESCU: Verfahren und Gerät zur Bestimmung der Eingenschwingungen bei Hochbauten

Der Autor beshreibt Eigenartigkeiten, Anwendungsbereich und Betriebsanweisungen eines originellen Gerätes — hergestellt im Bukarester Forschungsinstitut für Bauwesen und Bauwirtschaft — für die Bestimmung der Eigenschwingungen von Hochbauten.

СОДЕРЖАНИЕ

Р. ЧЙОРОЮ, ФЛ. ДОБРЕСКУ: Предложение метода оценки экономической эффективности капиталовложении используя для этого теорию полезности

Авторы задаются целью наметить — основываясьна теории полезности и применяя метод фон неймана-Моргенштерна — метод оценки экономической эффективности капиталовлажений испальзовав для этого научно обоснованные математические приемы. Предлагаемый метод мог бы новым и полезным средством в распоряжении тех кто должен принимать решения (проектировщики, органы дающие отзывы и т.п.) которое устранит субективность и произвол при экономическом расчете эффективности капиталовлажений, при выборе оптимального варианта.

А. МИХУЛ, М. ПАТРАШ, Р. ГРИГОРЕСКУ, ВЭТЭМАН Д.: Практически применяемые решения для увеличения прочности некоторых существующих зданий и сооружений при воздействии сейсмических нагрузок

Анализируются системы увеличения прочности при воздействии горизонтальных сил, старых зданий и сооружений, находящихся ещё в эксплуатации, модернизация которых обоснованна.

В статье представленны в виде примеров пять зданий, укреплённых различными способами, не связанными с введением поперечных диафрагм. Анализируется оптимальное направление нагрузок, возникающих при воздействии сейсмических сил, на нововведенные элементы, которые разгружают существующую несущую схему и вовлекают всю её способность сопротивления во вновь созданную систему.

При решении вопросов консолидации всегда учитывалась необходимость получения решений, оптимальных с точки зрения себестоимости и обеспечения технологических условий исполнения работ, которые не стесняли бы производственные процессы, когда последние не было возможности прервать.

Г. ПОЛИЗУ: Опыт снижения расхода лесоматериала для сельскохозяйственных построек

В статье изложен опыт, полученный в рамках Института по проектированию промышленности строительных материалов, в связи с достижением значительной экономии лесоматериала для сельскохозяйственных построек: жилых домов, свинушников, сараев для дойных коров, хранилищ для кукурузы. Несмотря на малые размеры прототипов, полученные результаты представляют большой интерес, так как применение материалов, как например: автоклавный ячеистый бетон, асбестоцементные плиты, предварительно напряжённый бетон, позволяет добиться значительной экономии лесоматериалов.

Г. ДЖОРДЖЕСКУ, О. ВОРОБЧУК: Новое достижение в индустриализации выполнения строительной части сетей теплофикации

Постоянная забота о снижении расхода материалов и затраты рабочей силы, а также и о росте степени сборности строительных элементов сетей теплофикации привела к разработке многократно используемого проекты смотровых колодцев, используемых для сетей такого рода. Авторы описывают два запроектированных варианта: частичного и полносборного.

Г. МОМАНУ: Возможность использования тонких оболочек в виде фундаментов

Автор агрументирует, что тонкие оболочки могут быть использованы для любого вида непосредственных фундаментов: под машины, ленточных, решётчатых, растворков, а также и в виде днищ резервуаров, анкерных устройств и т.п., в особенности там, где можно доказать, что их поведение будет лучше, чем обычных фундаментов и, что они будут выгоднее с экономической и производственной точек зрения. Для этого однако необходимо все тонкие оболочки, используемые с этой целью всесторонне теоретически и экспериментально обследовать и, когда их поведение будет полностью выяснено, исчезнет то воздержание, которое в связи с их применением ещё наблюдается среди проектировщиков и строителей.

Г. РЫКЕ: Соображения относительно использования дисторсии при решении многаэтажных рам со смещающимися узлами.

Автор представляет способ расчёта ран с подвижными излами при помощи итерации вращений или моментов при использовании приёмов дисторсии для увеличения скорости сходимости.

Исходя из классических уравнений многоэтажных рам со смещающимися узлами, записываются уравнения, соответствующие итерациям, используя для этого дисторсии в общей форме.

Для рам с определёнными геометрическими харак теристиками составления анализируется структура общих уравнений, что приводит к более простым и легчe применимым схемам итерации.

МИРОНЕСКУ В.: Метод и прибор для определения собственных колебаний высотных зданий и сооружений

Автор представляет характеристики, область применения и способ использования прибора, собственного изобретения, разработанного в Научно-Исследовательском Институте по Строительству и Экономике Строительства — ИНЧЕРК Бухарест, для определения собственных периодов колебания высотных зданий и сооружений.

E 1688

SUMAR GENERAL PE ANUL 1971

DIRECTIVARE

Eliade D. : Tipizarea, pîrghie în activitatea de directivare pe linia industrializării construcţiilor, **10—11**, p. 16.

Ghigiu M. : Cuvînt de deschidere a sesiunii de comunicări tehnico-ştiinţifice a I.P.C., **10—11**, p. 1.

Ionescu C. : Cincinal nou, sarcini sporite, **1**, p. 1.

* * * : Gloriosul Semicentenar, **5**, p. 1.

PROBLEME GENERALE DE CONSTRUCŢII

Călin Gh. : Participarea catedrei Construcţii de beton armat la introducerea şi dezvoltarea tipizării în construcţii, **10—11**, p. 24.

Chiriţă A. : Douăzeci de ani de activitate în cercetarea ştiinţifică în construcţii, **4**, p. 37.

Lupan M. : Interdependenţa între cercetarea ştiinţifică şi proiectarea-tip în procesul de dezvoltare tehnică a construcţiilor industriale, **10—11**, p. 19.

Tacorian A. : Influenţa tipizării asupra duratei de execuţie, **10—11**, p. 38 .

Vasilescu I. : Influenţa tipizării asupra producţiei de masă a elementelor prefabricate pentru construcţii industriale, **10—11**, p. 32.

Vernescu P. : Realizări în tipizarea construcţiilor industriale în 15 ani de activitate, **10—11**, p. 4.

* * * : Din bilanţul de succese ale cincinalului, **3**, p. 1.

TEORIA ŞI CALCULUL CONSTRUCŢIILOR

Agent R. : Asupra calculului stîlpilor de beton armat la compresiune excentrică, ţinînd seama de flexibilitate, **2**, p. 10.

Avram C. : Referitor la a doua ediţie (1970) a Recomandărilor internaţionale pentru calculul şi execuţia construcţiilor din beton (CEB—FIP), **8**, p. 39.

Bălan Şt., Petcu V. : Calculul grinzilor static nedeterminate de oţel în domeniul plastic pe baza conceptului densităţii mecanice, **7**, p. 6.

Bălan Şt., Petcu V. : Aplicarea metodei densităţilor mecanice la dimensionarea în domeniul plastic a cadrelor de oţel cu forţe axiale neglijabile, **9**, p. 1.

Căpăţână D., Cristea Gh., Cocora D. : Unele probleme ridicate de introducerea calculatoarelor în proiectarea structurilor, **10—11**, p. 105.

Diaconu M. : Determinarea stării de eforturi în diafragmele cu goluri cînd se ia în considerare şi influenţa forţei tăietoare, **12**, p. 25.

Fleşeriu I., Ivan M. : Calculul cadrelor alcătuite din bare cu moment de inerţie variabil, prin iteraţie, într-o singură etapă, **8**, p. 30.

Giurgiu I., Giurgiu L. : O metodă privind distribuţia încărcărilor orizontale pentru diafragme verticale dispuse asimetric, **4**, p. 23.

Gîrleşteanu M. : O metodă pentru simplificarea elaborării normativelor de muncă : Trasarea curbei normative prin folosirea funcţiei de regresie liniară, **9**, p. 31.

Ieremia M. : Valoarea elastică a plăcilor plane decupate din coroane circulare, **7**, p. 25.

Keintzel E. : Calculul interacţiunii între cadrele etajate, cu mai multe deschideri, şi terenul de fundaţie, **6**, p. 32.

Keintzel E. : Tabele pentru calculul cadrelor etajate spaţiale axial-simetrice, **9**, p. 28.

Keintzel E. : Calculul spaţial al construcţiilor multietajate ţinînd seama de rigiditatea la răsucire a elementelor structurale, **12**, p. 11.

Kessler G. : Calculul plastic al plăcilor dreptunghiulare putînd avea laturi libere, solicitate de sarcini uniform distribuite, **2**, p. 21.

Pârvu A. : Calculul reţelelor spaţiale reticulate planar pătrate diagonale. Programarea metodei de lucru, **8**, p. 23.

Posea N. : Structurări noi ale metodelor de calcul în vederea folosirii calculatoarelor cifrice în proiectare, **9**, p. 34.

Răutu S., Bănuţ V. : Calculul lungimii reale de flambaj a stîlpilor cu secţiune constantă la structuri cu un nivel şi cu 1—3 deschideri, **3**, p. 30.

Rîcă Gh. : Consideraţii asupra utilizării distorsiunilor la rezolvarea cadrelor etajate cu noduri deplasabile, **1**, p. 32.

Stescu L. : Asupra calculului frecvenţelor şi al formelor proprii de vibraţie ale construcţiilor, **9**, p. 43.

ÎNCERCĂRI ŞI MĂSURĂRI ÎN CONSTRUCŢII

Dascălu V., Drăghici Al. : Stabilirea experimentală a diagramelor de etalonare a instalaţiilor de precomprimare, **5**, p. 31.

Şesan A., **Dascălu V.** : Cercetări pe modele privind variaţia rigidităţii diafragmelor în raport cu distribuţia golurilor, **6**, p. 28.

Ungureanu I., Pavel C. : Comportarea sub încărcări a modelului halei de expoziţie pentru mobilă de la Pipera, **4**, p. 9.

SISTEME ŞI PROCEDEE NOI DE CONSTRUCŢII

Bogdan N. : Determinarea soluţiei optime la executarea pe cale mecanizată a unei lucrări de pămînt prin aplicarea programării liniare, **3**, p. 10.

Calmanovici G. : Plase sudate uzinate pentru beton armat. Noi aspecte de producţie şi utilizare în construcţii, **12**, p. 4.

Mihul A., Patraş M., Grigorescu R., Vătăman D. : Soluţii aplicate în practică pentru sporirea capacităţii de rezistenţă a unor construcţii existente la acţiunea sarcinilor seismice, **1**, p. 10.

Ticuţă V. : Silozuri cu celule exagonale înscrise într-un cilindru postcomprimat, **5**, p. 5.

FOLOSIREA NOILOR MATERIALE DE CONSTRUCŢII

Petre-Lazăr Ş., Ionescu M. : Structuri fonoabsorbante executate cu materiale noi produse în România, **8**, p. 15.

MECANICA PĂMÎNTURILOR. FUNDAŢII

Momanu Gh. : Posibilităţi de utilizare a pînzelor subţiri pentru realizarea fundaţiilor, **1**, p. 26.

BETON, BETON ARMAT, BETON PRECOMPRIMAT

Chiţu D., Vasiliu D. : Betoane de mărci superioare turnate în cofraje glisante, **9**, p. 10.

Ionescu I. : Betonul uşor de rezistenţă — preparare, proprietăţi, domenii de aplicare, **6**, p. 41.

Popa R. : Unele aspecte de calitate în producţia de prefabricate de beton şi beton armat, **9**, p. 17.

Săndulescu Gh. : Consideraţii privind rezistenţa betonului în condiţiile aburirii, **8**, p. 10.

Voina N. : Determinarea amestecului de agregate la prepararea betoanelor pe baza curbelor de echicompactitate a sistemelor ternare, **5**, p. 34.

Voina N. : Efectul revibrării asupra deformaţiilor de durată ale betoanelor, **6**, p. 36.

CONSTRUCŢII METALICE

Dalban C. : Încercări pe elemente metalice încovoiate consolidate sub sarcină, **3**, p. 24.

Dalban C. : Probleme actuale privind alegerea oţelului pentru construcţii metalice sudate, **6**, p. 14.

Focşa V., Mihul A., Şerbănescu C. : Consideraţii asupra coroziunii construcţiilor metalice, **2**, p. 6.

FIZICA CONSTRUCŢIILOR. IZOLAŢII

Dimitriu-Vâlcea E., Petrescu Gh., Pipera G. : Criterii de folosire a barierelor contra vaporilor la elementele de construcţie ale clădirilor cu climat interior umed, **5**, p. 14.

Dimitriu-Vâlcea E. : O nouă metodă privind stabilitatea termică a încăperilor la clădirile de locuit şi social-culturale cu regim de încălzire discontinuu (încălzire prin centrale termice), **7**, p. 34.

Dimitriu-Vâlcea E., Gheorghiu Fl. : Unele aspecte privind influenţa finisajelor şi structurii pereţilor exteriori asupra confortului higrotermic din interiorul clădirilor civile, **12**, p. 18.

Focşa V., Gavrilaş I., Poteraşu Fl. : Relativ la unele fenomene de condens şi eflorescenţă la clădiri de locuit, **5**, p. 25.

INSTALAŢII ŞI ECHIPAMENTE PENTRU CONSTRUCŢII

Cruceanu S. : Calculul jetului de aer liber, neizoterm, utilizat în instalaţiile de ventilaţie şi încălzire cu aer cald, **5**, p. 41.

Dumitrescu M. : Consideraţii privind instalaţiile de paratrăsnet pentru construcţiile civile şi industriale, **4**, p. 30.

Petrescu A., Grigore R., Ionescu M. ş. a. : Necesitatea de tipizare a instalaţiilor de încălzire şi ventilare ale halelor industriale, **10—11**, p. 120.

Rappaport I., Vintilă Şt. : Suprapunerea sarcinilor termice pentru prepararea apei calde de consum şi pentru încălzirea clădirilor, **2**, p. 44.

Rappaport I., Vintilă Şt. : Golirea rezervoarelor închise sub presiune variabilă, **9**, p. 47.

Rappaport I., Vintilă Şt. : Pomparea în circuit închis, **12**, p. 37.

Ştefănescu C. A. : Contribuţii şi observaţii la teoria calculului hidroforului, **7**, p. 47.

Teodorescu A., Donciu A., Reizel H. : Tipizarea instalaţiilor în cadrul organizării şantierelor, **10—11**, p. 122.

CONDUCEREA, ORGANIZAREA ŞI ECONOMIA CONSTRUCŢIILOR

Busuioc Şt. : Aspecte privind realizarea prefabricatelor în poligoane de şantier, **10—11**, p. 143.

Cioroiu R., Dobrescu Fl. : Propunerea unei metode de estimare a eficienţei economice a investiţiilor, folosind teoria utilităţii, **1**, p. 4.

Cioroiu R., Bogdan N. : Organizarea bazei de producţie a unui mare trust de construcţii-montaj din URSS, **5**, p. 46.

Lupu M. : Soluţii noi de realizare a obiectelor pentru organizarea şantierelor, **10—11**, p. 129.

Manolache M. : Cîteva probleme de decizie în activitatea de construcţii, **8**, p. 4.

Manolache M. : Jocurile de sinteză : O metodă pentru verificarea cadrelor de conducere în construcţii, **9**, p 23.

Mihalache Gh., Bobici V. : Metodă rapidă pentru elaborarea graficelor-reţea, **10—11**, p. 109.

Neagu I. : Observaţii privind organizarea şantierului în condiţiile industrializării activităţii de construcţii-montaj, **10—11**, p. 136.

Stoica M., Brüder Al., Ciochină C. : Metode de simulare a comportării normelor de muncă, **2**, p. 32.

Trelea A. : Influenţa variaţiei parametrilor condiţiilor de lucru asupra costului unitar al lucrărilor de construcţii mecanizate sau executate prin procedee tehnologice noi, **2**, p. 38.

REALIZĂRI DE CONSTRUCŢII (PROIECTARE ŞI EXECUŢIE)

Asandei G. : Consideraţii privind influenţa tehnologiei de execuţie asupra procesului de proiectare a construcţiilor, **10—11**, p. 124.

Bălţăţeanu M., Romano R. : Creşterea gradului de tipizare şi prefabricare la proiectarea investiţiilor proprii ale Ministerului Construcţiilor Industriale, **10—11**, p. 73.

Capatu C. : Consideraţii asupra proiectării şi execuţiei elementelor scurte de beton precomprimat cu armături preîntinse alcătuite din bare cu profil periodic, **6**, p. 6.

Cazacliu A. : Probleme de perspectivă în tipizarea construcţiilor industriale, **10—11**, p. 117.

Comisioner I. : Proiectarea construcţiilor din sectorul furnale de la Combinatul Siderurgic Galaţi, **4**, p. 1.

Dabija M., Urmă R. : Probleme privind adoptarea unor soluţii cu grad ridicat de eficienţă tehnico-economică la hale industriale parter cu structuri mixte tipizate, 3, p. 4.

Dabija M., Nelepcu C., Vasilescu R. : Rezolvări actuale şi de viitor pentru hale industriale parter, 10—11, p. 85.

Dascălu G., Giurgea Th. : Studii I.P.C. privind utilizarea elementelor prefabricate la alcătuirea halelor industriale în regiuni seismice, 10—11, p. 94.

Dima G., Kehaian Z. : Redresarea unui castel de apă de 500 m^3, 6, p. 1.

Enescu I., Creţoiu R. : Tipizarea şi arhitectura industrială, 10—11, p. 60.

Georgescu Gh., Vorobciuc O. : O nouă realizare pe linia industrializării execuţiei părţii de construcţie a reţelelor de termoficare, 1, p. 21.

Iacob C., Nelepcu D., Viespescu G. ş.a. : Studii de soluţii industrializate în rezolvarea castelelor şi rezervoarelor de apă, 10—11, p. 96.

Mareş L., Dabija M., Giurgea R. : Soluţii pentru structuri de hale industriale etajate realizate prin prefabricare, 10—11, p. 90.

Mareş L., Giurgea R. : Probleme legate de mărirea gradului de prefabricare la clădiri industriale tipizate etajate, 2, p. 1.

Masariu M., Stancu M. : Tipizarea şi efectele ei în proiectarea şi realizarea investiţiilor în industria uşoară, 10—11, p. 57.

Mihailescu M. : Proiectarea de prototipuri — obiectul tipizării construcţiilor, 10—11, p. 43.

Mihul A., Cichi St., Avram C., Stanciu V., Stănescu V. : Scară elicoidală desfăşurată în proiecţie orizontală după spirala lui Arhimede, 7, p. 1.

Polizu Gh. : O experienţă privind reducerea consumului de lemn în construcţii, 1, p. 17.

Popa N. : Rezultatele obţinute în proiectarea şi realizarea investiţiilor în industria materialelor de construcţii prin aplicarea tipizării, 10—11, p. 46.

Racoviţă M. : Construcţia Laboratorului de înaltă tensiune (L. I. T.) de la uzina „Electroputere" Craiova, 8, p. 1.

Racoviţă M. : Portal pentru linii aeriene de încercări cu tensiuni înalte, 12, p. 1.

Sănătescu C. : Realizări obţinute de IPRAN în activitatea de tipizare a construcţiilor în condiţiile particularităţilor industriei chimice anorganice şi a îngrăşămintelor, 10—11, p. 67.

Săndulescu Gh. : Evoluţia concepţiei de proiectare a elementelor tipizate utilizate la realizarea halelor industriale, 10—11, p. 79.

Stoicovici D. : Tipizarea şi industrializarea construcţiilor din industria lemnului, 10—11, p. 62.

Vernescu M., Albu N., Scorţescu M., Popescu G. : Utilizarea proiectelor tip şi refolosibile la proiectarea construcţiilor industriale din ramura construcţiilor de maşini, 10—11, p. 52.

CRONICĂ

Nicula I. : A III-a conferinţă de betoane : Structuri de beton armat, 1, p. 43.

Liţă N. : Durabilitatea construcţiilor de beton precomprimat. Rezultatele unei anchete internaţionale, 2, p. 52.

Teodoru Al. : Cartea de construcţii în anul 1971, 2, p. 54.

Păunescu M. : Comportarea piloţilor. Aspecte de la conferinţa de la Londra, septembrie 1970, 3, p. 40.

Petrescu A., Dumitrescu L. : Alimentarea centralizată cu căldură. A IV-a conferinţă de instalaţii (Sinaia, 19—21 noiembrie 1970), 4, p. 43.

Dalban C. : Adunarea generală anuală a Institutului internaţional de sudură (Lausanne-Elveţia, iulie 1970), 4, p. 48.

Negoiţă Al. : Siguranţa clădirilor cu pereţi portanţi (Şedinţa Comisiei C.I.B. W 23 A, Iaşi, 7—10 septembrie 1970), 5, p. 51.

Dimitriu-Vâlcea E. : Transferul de căldură şi umiditate prin materialele şi elementele de construcţie. (Şedinţa comisiei C.I.B. W 40, Lund, 7—10 iunie 1971), 12, p. 50.

RECENZII

Franz G. : Construcţii de beton armat. vol. II. Structuri, 1, p. 48.

Rusu O., Gall Tr. : Probleme moderne ale rezistenţei materialelor, 3, p. 41.

Pîslăraşu I., |RotaruN.|, Teodorescu M. : Alimentări cu apă (ed. a II-a), 3, p. 41.

Bally R. J., Antonescu P. I. : Loessurile în construcţii, 3, p. 41.

Schulze W., Reichel W. : Beton, vol. 3, Metode de încercare, 3, p. 42.

Lubeneţ G. K., Poslada V. S. : Realizarea construcţiilor subterane, 3, p. 42.

Berezanţev G. V. : Calculul terenului de fundaţie. Îndrumar pentru proiectare, 4, p. 50.

Tomlinson J. M. : Proiectarea şi executarea fundaţiilor, 4, p. 51.

Soare V. M., Pârvu A., Dinculescu M. : Reţele spaţiale planar pătrate diagonale, 5, p. 54.

* * * : Răşinile sintetice în construcţii, vol I, Colocviu RILEM, Paris, sept. 1967, 5, p. 54.

Gillott E. J. : Argila în geologia inginerească, 5, p. 55.

Striegler W. : Construcţia digurilor în teorie şi practică, 5, p. 56.

Fleischer H. : Bazin de înot. Proiectare şi execuţie economică, 5, p. 56.

Pupăzan C. : Acustica în construcţii. Propagarea zgomotului şi izolarea fonică, 6, p. 51.

* * * : Aparatură modernă pentru măsurări acustice de zgomot, 6, p. 54.

Ruşcă C., Perjescu M. : Hale industriale cu un nivel, 12 p. 51

Blitz E. : Proiectarea canalizărilor, 12, p. 51.

Beleş A. A., Soare V. M. : Paraboloidul eliptic şi hiperbolic în construcţii, 12, p. 52.

Lewicki B. : Betoane uşoare, 12, p. 52.

Vénuat M. : Aditivi şi tratări ale mortarelor şi betoanelor, 12, p. 53.

Macskásy A. : Încălziri centrale, 12, p. 53.

NOTE

Kessler G. : Influenţa agregatelor asupra calităţii betonului, 1, p. 38.

Mironescu V. : Metodă şi aparat pentru determinarea perioadelor proprii la construcţii înalte, 1, p. 40.

Oprişiu C. : Flambarea unui rezervor, 5, p. 50.

Popescu P. I. : Priză de protecţie, 5, p. 57.

Mercea Fl. : Transportul pneumatic — transportul viitorului, 6, p. 52.

Nicolau G. : Din nou Ronan Point. O analiză a dr. ing. Pál Csonka privind prăbuşirea parţială a unui bloc-turn din panouri mari prefabricate, 6, p. 56.

Löbel L. : Betonul placat. Noi cercetări şi aplicaţii privind utilizarea răşinilor epoxidice la realizarea structurilor, 12, p. 44.

Dumitrescu L. : Coroziunea instalaţiilor de preparare şi alimentare cu apă caldă de consum, 12, p. 47.

DOCUMENTARE

Remedierea defectelor de turnare ale betonului prin umplerea golurilor cu mortar sub presiune, **1**, p. 20.
Acoperire plastică cu solzi încorporaţi, **1**, p. 31.
Construcţie şcolară experimentală, **1**, p. 42.
Panou izolator pentru acoperiş şi pereţi, **1**, p. 48.
Sticlă izolantă mai ieftină, **1**, p. 48.
Un procedeu de construcţie accelerată a clădirilor înalte, **1**, p. 49.
Instalaţie de preparare a betonului cu sistem perfecţionat de dozare, **1**, p. 49.
Panouri termice de o nouă concepţie, **1**, p. 49.
Un nou material de mare rezistenţă, **1**, p. 50.
Folosirea materialelor plastice în construcţiile civile, **1**, p. 50.
Structuri de beton precomprimat pentru construcţii industriale, **1**, p. 51.
Poduri de beton precomprimat executate în consolă peste Volga, **1**, p. 52.
Pod combinat din beton precomprimat peste rîul Moscova, **1**, p. 53.
Poduri de cale ferată din tuburi de beton centrifugat, **1**, p. 53.
Execuţia suprastructurii unui pod continuu de beton precomprimat prin metoda înaintării longitudinale, **1**, p. 54.
Recipiente de beton precomprimat, **1**, p. 54.
Ţigle din beton, **1**, p. 56.
Utilizarea betonului precomprimat la clădiri. Canada, **2**, p. 55.
Poduri de beton precomprimat în Ontario, **2**, p. 56.
Un nou sistem de acoperiş monostrat, **2**, p. 57.
Palonier autoechilibrant pentru piese de forme neregulate, **2**, p. 58.
Un rezervor de apă cu o capacitate de 340 000 m^3, **3**, p. 43.
Prăbuşirea parţială a acoperişului unei fabrici de prefabricate de beton armat, **3**, p. 44.
Hală blindată în industria textilă la Levice, **3**, p. 45.
Silozuri pentru îngrăşăminte din beton precomprimat prin înfăşurare, **3**, p. 45.
Poduri tip de beton precomprimat pentru cale ferată, **3**, p. 46.
Podul peste rîul Zelivka lîngă Dolni Kralovice, **3**, p. 47.
Elemente tip de beton precomprimat pentru poduri de şosea, **3**, p. 47.
Îmbrăcăminte de drum din beton precomprimat, **3**, p. 48.
Utilizarea tehnicii precomprimării pentru repararea structurii unor construcţii deteriorate de incendii, **3**, p. 49.
Producţia industrială de elemente prefabricate tip din beton precomprimat, **3**, p. 51.
Clădire înaltă experimentală, **3**, p. 51.
Poduri de beton precomprimat, **3**, p. 52.
Hangar la Ciudad Libertad, **3**, p. 53.
Măsuri pentru evitarea pericolului exploziilor de gaze în clădirile de locuit, preconizate în Italia, **3**, p. 54.
Casete verticale pentru turnarea elementelor prefabricate de mici dimensiuni, **3**, p. 55.
Dispozitive automate pentru manipularea elementelor prefabricate, **3**, p. 56.
Producerea şi utilizarea plaselor sudate în R. F. a Germaniei, **3**, p. 57.
Poziţia reală a armăturii în structurile de beton, stabilită prin măsurători, **4**, p. 49.
Poduri de mare deschidere din beton precomprimat, **4**, p. 52.
Pod din prefabricate de beton susţinute pe un singur cablu, **4**, p. 53.
Stadiul actual şi perspective de dezvoltare ale industriei de prefabricate din beton precomprimat, **4**, p. 53.
Poduri de beton precomprimat în India, **4**, p. 54.
Recipienţi, spaţii de depozitare, **4**, p. 56.
Acoperişul unui reactor atomic la Kota, **4**, p. 56.
Acoperişuri la construcţii industriale, **4**, p. 57.
Podul peste cheile Van Staden, **4**, p. 58.
Căi de trafic rapid în Johannesburg, **4**, p. 58.
Structură temporară pentru susţinerea pereţilor unei săpături, **5**, p. 58.
Construcţii cu pereţi de beton turnaţi în săpătură îngustă, **6**, p. 55.
Ancoraje pretensionate în stîncă, **7**, p. 53.
Podul Ounasjoki la Cercul Polar, **7**, p. 54.
Castel de apă la Luolavuori, **7**, p. 55.
Castelul de apă Haukilahti la Espoo, **7**, p. 56.
Un bloc-turn suspendat, **7**, p. 58.
Tehnologii şi materiale izolatoare moderne, **8**, p. 47.
Japonia. Date generale privind producţia de beton precomprimat, **8**, p. 50.
Japonia. Poduri de beton precomprimat cu armături preîntinse, **8**, p. 51.
Japonia. Poduri de beton precomprimat cu armături postîntinse, **8**, p. 52.
Japonia. Alte structuri civile inginereşti, **8**, p. 55.
Japonia. Construcţii social-culturale, comerciale şi industriale **8**, p. 57.
Îmbrăcăminţi aplicate la faţade, **12**, p. 54.

DIVERSE

Cebuc Al. : Din trecutul de luptă al muncitorilor constructori, **4**, p. 34.

Cincinal nou, sarcini sporite

Ing. CONSTANTIN IONESCU
adjunct al ministrului
construcţiilor industriale

România socialistă a străbătut cu succes, în cincinalul 1966—1970, o nouă etapă însemnată pe calea desăvîrşirii construcţiei socialiste. Alături de oamenii muncii din celelalte ramuri ale economiei naţionale, lucrătorii din construcţii-montaj au desfăşurat o muncă avîntată, plină de iniţiativă, pentru înfăptuirea obiectivelor stabilite de Congresul al IX-lea şi Conferinţa Naţională a Partidului Comunist Român. În realizarea investiţiilor din fondurile centralizate ale statului, al căror volum a depăşit prevederile iniţiale, criteriul esenţial a fost creşterea eficienţei economice; pe această linie s-au obţinut progrese însemnate în ce priveşte alegerea unor soluţii de proiect judicioase, reducerea cheltuielilor de execuţie, scurtarea termenelor de punere în funcţiune a noilor capacităţi şi obiective.

Un rol primordial în această privinţă a revenit aplicării tot mai largi a metodelor superioare de organizare a producţiei şi a muncii, introducerii şi extinderii consecvente a elementelor de tehnică nouă, lărgirii şi modernizării dotării tehnico-materiale a organizaţiilor de construcţii. S-au făcut paşi însemnaţi pe linia îndeplinirii indicaţiilor conducerii de partid şi de stat în ce priveşte creşterea gradului de industrializare a lucrărilor de construcţii-montaj, prin tipizarea unei game tot mai largi de clădiri şi elemente, prefabricarea structurilor şi altor părţi de construcţii, mecanizarea operaţiilor de mare volum; ca rezultat se înregistrează o creştere importantă a productivităţii muncii, şantierele s-au transformat tot mai mult în locuri de montaj al elementelor produse în fabrici, s-au redus în continuare consumurile de cherestea şi alte materiale, paralel cu îmbunătăţirea calităţii lucrărilor.

Această orientare trebuie urmată cu şi mai multă fermitate, imprimată întregii concepţii de organizare şi realizare a producţiei de construcţii-montaj, pînă la nivelul locului de muncă, şi perfecţionată continuu pe măsura noilor progrese ale ştiinţei şi tehnicii în ramura noastră, pentru a putea cuprinde şi înfăptui în mod exemplar sarcinile cantitativ şi calitativ sporite ale cincinalului care începe.

Aşa cum a stabilit Congresul al X-lea al P.C.R., în perioada 1971—1975 peste 30% din venitul naţional va fi rezervat fondului de acumulări, creşterii potenţialului economic al ţării. Volumul de investiţii va fi aproape egal cu cel realizat în întregul deceniu precedent; 57—58% din fondurile alocate acestui măreţ program vor reveni investiţiilor în industrie şi, în mod deosebit, ramurilor chemate să contribuie la lărgirea surselor de materii prime, la dezvoltarea şi modernizarea bazei tehnico-materiale a întregii economii. În toate judeţele ţării, constructorii vor trebui să pună în funcţiune, în termene cît mai scurte, un număr considerabil sporit de obiective pentru industrie, agricultură, transporturi, pentru deservirea social-culturală a populaţiei, să dea în folosinţă o jumătate de milion de locuinţe.

Sporul cantitativ însemnat al producţiei de construcţii trebuie realizat în condiţiile unei eco-

nomii substanțiale de muncă vie. În actualul cincinal, productivitatea muncii în ramura noastră va trebui să marcheze un ritm anual de creștere de 5—5,5%, astfel ca nivelul din 1975 să fie cu 27—31% superior celui din 1970. În cadrul acestei dinamici, organizațiilor de construcții-montaj ale Ministerului Construcțiilor Industriale le revine sarcina de a mări productivitatea muncii, față de 1970, cu 8,4% în 1971 și cu 35,5% în 1975. Acești indici înalți corespund necesității obiective de a corela volumul producției realizate cu dotarea tehnico-materială în continuă îmbunătățire, de a asigura executarea volumului de investiții, în permanentă creștere, cu resurse de forță de muncă devenite deficitare datorită absorbirii lor tot mai accentuate în industrie. Rezultă de aici imperativul major de a înlocui în mod ferm și în proporții cît mai mari tehnologiile de execuție și sistemele de organizare tradiționale cu procedee și metode noi, care să mărească randamentul muncitorilor și să ridice productivitatea muncii.

Experiența acumulată și condițiile materiale create permit să se majoreze substanțial indicele de prefabricare a structurilor de rezistență, a închiderilor de hale și a altor elemente de construcții. Se prevede, de pildă, ca numai Ministerul Construcțiilor Industriale să realizeze, încă din 1971, un spor de circa 10% al cantității de prefabricate de beton armat puse în operă, ajungînd astfel la un total de aproximativ o jumătate de milion de metri cubi, în cadrul căruia se va mări ponderea betonului precomprimat. În acest sens, se cere ca cercetarea, proiectarea, execuția și industria prefabricatelor să acționeze intens, în strînsă colaborare, valorificînd toate posibilitățile pe care le oferă atît gama tipizată de elemente structurale de serie mare, interșanjabile, furnizate de uzinele specializate, cît și condițiile existente sau care se pot crea pentru confecționarea pe poligoane de șantier a elementelor foarte grele, a celor de serie mică etc. Trebuie notat aici că planul de cercetare științifică al INCERC pe anul 1971 prevede — corelat cu planul de tipizare — experimentarea unui important număr de prototipuri de noi elemente prefabricate de beton armat și beton precomprimat (inclusiv betoane ușoare) pentru construcții industriale și agrozootehnice, clădiri de locuit și social-culturale, construcții inginerești și speciale care, definitivate ca proiecte tip și introduse în producție, vor reprezenta un spor de producție de prefabricate de circa 50 000 m³/an.

În vasta acțiune de modernizare a producției de construcții-montaj, un aport însemnat este rezervat înfăptuirii programului de mecanizare a lucrărilor. Se prevede, astfel, ca la Ministerul Construcțiilor Industriale indicii de mecanizare complexă a lucrărilor de pămînt să atingă 81% în anul 1971 și 85% în anul 1975, a lucrărilor de beton — respectiv 94% și 96%, iar indicii de mecanizare simplă a lucrărilor de încărcări-descărcări de materiale să crească la 75%, respectiv 82%. Pentru aceasta se impune, în primul rînd, mărirea gradului de utilizare a mașinilor și utilajelor de construcții din parcul inventar: va trebui ca, în 1975, producția medie a excavatoarelor și draglinelor cu echipament de săpat să totalizeze 123 000 m³/m³ cupă, a screperelor tractate și autoscreperelor 5500 m³/m³ ladă, a buldozerelor de peste 65 CP — 55 000 m³/buc., a betonierelor și centralelor de beton — 1500 m³/hl tobă, a macaralelor turn de 40—100 tm—1500 t/t capacitate. Astfel de volume, care cu ani în urmă păreau de nerealizat, sînt astfel perfect realizabile pe baza progreselor ce s-au făcut în concepția și organizarea lucrărilor, pe baza concentrării fondurilor de investiții la obiective mari, pe platforme industriale cu continuitate a execuției pe mai mulți ani, ca și pe baza dotării intensive a ramurii de construcții-montaj cu utilaje moderne, de mare randament. Planul cincinal 1971—1975 asigură, din toate aceste puncte de vedere, condiții și mai favorabile decît pînă în prezent. Astfel, în afară de aportul principal pe care îl va aduce la înzestrarea parcului nostru mecanic Ministerul Industriei Construcțiilor de Mașini, va spori și contribuția Ministerului Construcțiilor Industriale în producția de utilaje, dispozitive, instalații și scule de înaltă productivitate. Numai în anul 1971 se prevede ca Ministerul Construcțiilor Industriale să asimileze, în unitățile sale industriale, 44 de tipuri perfecționate de mașini, unelte și dispozitive, printre care pompe de beton de 6 și 25 m³/h, instalație pneumatică de proiectat mortar, echipamente pentru săpat gropi și șanțuri pe tractor U 650, verine urcătoare-coborîtoare de 16 tf, macarale-cupă de 5 tf, presă de pretensionare cu gol central de 120 tf ș.a.

În afară de cadrul obiectiv pe care-l creează progreselor în industrializarea construcțiilor planul tehnic, creșterea capacităților de producție a prefabricatelor și programul de mecanizare, sînt de așteptat realizări însemnate prin contribuția

inițiativei cadrelor tehnice din cercetare, proiectare și execuție, a inovatorilor și raționalizatorilor. Numeroasele manifestări tehnico-științifice de prestigiu din anul 1970, în domenii atît de importante cum sînt betoanele, structurile rezistente la solicitări seismice, construcțiile hidrotehnice, cele de drumuri, instalațiile de alimentare centralizată cu căldură ș.a. au demonstrat o bogată zestre de gîndire valoroasă, un puternic potențial de creație care va trebui orientat spre rezolvarea problemelor celor mai acute ale progresului tehnic. Consider necesar ca inginerii noștri de la toate nivelurile, pînă la cei însărcinați cu conducerea directă a proceselor de producție, să-și valorifice pregătirea teoretică și practică, nu numai prin speculații de calcul matematic al construcțiilor, ci mai cu seamă prin formularea și promovarea unei concepții noi în realizarea lucrărilor, care să permită și să stimuleze aplicarea tehnologiilor avansate, creșterea gradului de mecanizare și industrializare a lucrărilor, să furnizeze muncitorilor elemente concrete de organizare a muncii și procedee de lucru care să le ușureze efortul fizic, să le mărească randamentul. Sarcinile importante în ce privește creșterea productivității nu mai pot fi rezolvate prin măsuri de intensificare a muncii, prin concentrarea de mijloace și de forțe; trebuie valorificată la maximum gîndirea inginerească și experiența pozitivă a muncitorilor cu calificare superioară în rezolvarea problemelor de organizare și executare a lucrărilor.

Se cere, totodată, un concurs mai larg și din partea ramurilor industriale care alimentează șantierele cu mijloace și resursele materiale necesare, astfel ca efortul de industrializare masivă a lucrărilor de construcții-montaj să fie sprijinit prin livrarea unei game largi de materiale și elemente cu eficiență sporită, inclusiv oțeluri superioare și materiale din mase plastice, prin asimilarea și introducerea cît mai rapidă în fabricație a noi tipuri perfecționate de utilaje și echipamente, a autocamioanelor cu mare capacitate de transport.

Comandamentul nostru major, pe linia creșterii eficienței investițiilor, îl constituie scurtarea duratei de execuție a capacităților și obiectivelor prevăzute în plan, punerea lor în funcțiune înainte de termenele prevăzute. În legătură cu aceasta este absolut necesar să înțelegem și să folosim așa cum se cuvine noțiunea de economic, să nu ne abatem atenția de la adevăratul ei sens. Mi se pare economic ca o uzină, un utilaj să fie puse în funcțiune în minimum de timp, pentru ca să poată produce (deci, să satisfacă mai devreme o cerință a economiei naționale) și să-și amortizeze mai repede, în primul rînd valoarea morală, a cărei viață, în condițiile vitezei cu care avansează tehnica, se scurtează tot mai mult. Beneficiarii de investiții, proiectanții, executanții trebuie să fie conștienți de acest lucru, să nu adopte simplist linia unor false economii, ci să acorde — respectiv să utilizeze — condițiile necesare pentru o deplină valorificare a potențialului tehnic și uman, pentru o execuție rapidă și ritmică. Aș include aici și renunțarea hotărîtă la așa-zisa formă „operativă" de începere a lucrărilor, pe baza unor elemente cunoscute doar parțial și fără o pregătire prealabilă; nenumărate cazuri din experiența de pînă acum au demonstrat fără putință de tăgadă că o asemenea practică duce nemijlocit la prelungirea perioadei de execuție, la scumpirea lucrărilor prin modificări și adăugiri pe parcurs.

Sînt partizanul hotărît al pregătirii în amănunt a fiecărei lucrări și demarării ei numai atunci cînd sînt create condițiile necesare sub aspectul proiectelor, amplasamentului, aprovizionării etc.; eficiența acestui sistem rezultă logic din faptul că el asigură front de lucru continuu și masiv, deci posibilități pentru o productivitate înaltă și pentru cîștiguri sporite ale muncitorilor, reducerea perioadei de imobilizare a mijloacelor și, în final, scurtarea duratei de execuție.

Pornind de la valoarea considerabilă a produselor pe care le realizează ramura de construcții-montaj, de la faptul că acestea au o durată de viață ce trece de două sau trei generații, constructorilor le revine o mare răspundere față de calitatea lucrărilor și obiectivelor pe care le execută. Ea trebuie să fie fără reproș, să nu oblige la remedieri, să nu impieteze în nici un fel asupra exploatării construcției respective. Este și aceasta o pîrghie a economicității lucrărilor, asupra căreia cadrele tehnice din construcții au, nu numai o sarcină de serviciu, ci și o obligație profesională și civică de a veghea necontenit.

Noul cincinal începe sub auspicii bune pentru ramura de construcții-montaj, investită cu o înaltă responsabilitate în înfăptuirea politicii partidului de dezvoltare rapidă a economiei naționale, de satisfacere a nevoilor de trai ale populației. Prin eforturi consecvente, prin valorificarea la cote superioare a inițiativei și talentului lor, constructorii își vor putea îndeplini și depăși sarcinile ce le revin în măreața operă de desăvîrșire a construcției socialiste în patria noastră.

Propunerea unei metode de estimare a eficienţei economice a investiţiilor,

Pentru fundamentarea necesităţii şi oportunităţii unei investiţii, în prezent, la noi în ţară se întocmesc proiecte în fază S.T.E. în mai multe variante, se calculează o gamă largă de indicatori cantitativi (17) potrivit prevederilor legii nr. 72/1969 şi H.C.M. nr. 900/1970, şi după examinarea lor comparativă se alege varianta cu cei mai convenabili indicatori, cu alte cuvinte varianta cu eficienţa economică maximă.

Alte reglementări prin acte normative, în stadiul actual, nu există. Luarea deciziei pe baza indicatorilor cantitativi este însă insuficient fundamentată, cunoscut fiind faptul că, pentru caracterizarea completă a unei investiţii, pentru aprecierea comparativă a eficienţei economice a diverselor variante de investiţii, nu este suficientă aplicarea criteriului indicatorilor cantitativi, fiind necesară compararea şi după criteriul indicatorilor calitativi.

În articolul de faţă ne propunem ca, pe baza teoriei utilităţii, să sugerăm o metodă de estimare a eficienţei economice a investiţiilor, folosind mijloace matematice, fundamentate ştiinţific. Această metodă ar putea constitui un instrument nou şi folositor la îndemîna decidenţilor (proiectanţi, organe de avizare etc.).

Pentru interpretarea unică a noţiunilor folosite în lucrare se dau mai jos cîteva definiţii :

Eficienţa economică a investiţiilor poate fi caracterizată cu ajutorul raportului dintre efectul economic şi efortul de investiţii. Este vorba de efectele obţinute sau scontate ca rezultat al efectuării investiţiilor.

Efectul economic al investiţiilor reprezintă suma rezultatelor utile ale investiţiilor.

Efectul economic poate fi măsurat cantitativ (fizic sau valoric) sau calitativ. Considerăm că reprezintă efecte economice calitative îmbunătăţirea condiţiilor de muncă, uşurarea muncii, perfecţionarea tehnicii securităţii muncii, creşterea gradului de dotare a populaţiei cu un anumit produs de larg consum etc.

Efortul economic pe care îl implică construirea şi punerea în funcţiune a obiectivului de investiţii poate fi exprimat în mod sintetic, relativ uşor, ca sumă a cheltuielilor de muncă vie şi materializată necesare în acest scop [6].

În criteriul de apreciere a eficienţei trebuie să-şi găsească reflectarea nu numai rezultatele utile nemijlocite, practic realizabile în momentul respectiv, ci şi „efectul viitor".

Efectele economice ale investiţiilor sînt de natură foarte variată şi, din această cauză, nu pot fi decît parţial cuantificate valoric şi însumate ; ele au un caracter eterogen şi de aceea trebuie exprimate cu ajutorul unui număr mare de indicatori.

Dacă ar fi posibilă exprimarea sintetică, într-un singur indicator cuprinzător, a ansamblului efectelor economice ale investiţiei, măsurarea cantitativă a eficienţei economice s-ar fi putut realiza mai simplu prin raportarea efectelor economice la volumul investiţiilor.

Această exprimare sintetică încearcă să o rezolve teoria utilităţii.

Este cunoscut faptul că efectele economice ale investiţiilor pot fi grupate în trei mari categorii : *efecte materiale* (de ex. : volumul producţiei ca masă a valorilor de întrebuinţare disponibilă pentru economia naţională) ; *efecte valorice* (economia la preţul de cost al producţiei, respectiv volumul acumulărilor obţinute şi disponibile pentru economia naţională) şi *efecte sociale* într-un sens mai larg (uşurarea condiţiilor de muncă, îmbunătăţirea gradului de securitate a muncii, ridicarea nivelului de trai al populaţiei şi altele).

Dintre toate aceste categorii de efecte economice, singura care se pretează la o exprimare sintetică este categoria efectelor valorice.

Între efectul valoric şi efortul financiar de investiţii ce îi corespunde se poate stabili un

Prof. ing. R. CIOROIU, ing. Fl. DOBRESCU

folosind teoria utilităţii

raport cantitativ direct, ambele mărimi fiind exprimate în unităţi de măsură omogene; acest raport reprezintă, în stadiul actual, singura formă de exprimare sintetică a eficienţei economice a investiţiilor şi constituie totodată principalul indicator de apreciere a acesteia.

Deşi raportul dintre efectele valorice şi efortul de investiţii oferă elemente esenţiale pentru alegerea variantei de investiţii celei mai convenabile pentru economia naţională, el nu poate fi, în nici un caz, considerat drept unicul criteriu de judecată.

Pe lîngă faptul că preţurile cu ajutorul cărora se asigură exprimarea bănească a indicatorilor puşi în relaţie se abat uneori de la valoare, este evident că *raportul valoric* dintre efectele economice şi efortul de investiţii nu poate reflecta decît incomplet *efectele materiale* şi *sociale* ale variantei de investiţii analizate.

Economia naţională este vital interesată nu numai în economisirea muncii, respectiv în creşterea productivităţii muncii sociale; în acelaşi timp, ea este tot atît de interesată să obţină produse în cantităţi şi cu o valoare de întrebuinţare care să corespundă cît mai deplin nevoii sociale de consum productiv sau neproductiv.

În aceste condiţii, examinarea eficienţei economice a investiţiilor sub raportul valoric se poate dovedi neconcludentă, trebuind să se verifice şi efectele sub raport material ale variantei analizate (iar pentru obiectivele de producţie importante, şi efectele sociale mai îndepărtate).

În ceea ce priveşte *efectele materiale*, acestea nu pot fi evidenţiate decît în urma examinării unui număr mare de indicatori tehnico-economici, în majoritatea lor în expresie naturală, a căror analiză nu este lipsită de dificultăţi.

Pentru determinarea corectă a mărimii *nevoii sociale*, la produsele respective este necesar să se ţină seama, în lucrările de fundamentare a eficienţei investiţiilor, atît de condiţiile concrete existente în momentul analizei, cît şi de perspectivele de viitor pentru întreaga durată previzibilă de funcţionare a obiectivului; aceasta presupune, de asemenea, utilizarea unui număr mai mare de indicatori.

INDICATORI TEHNICO-ECONOMICI. CLASIFICĂRI. ANALIZA EFICIENŢEI CU AJUTORUL INDICATORILOR

Am arătat că eficienţa economică a investiţiilor este totalitatea rezultatelor utile obţinute prin cheltuirea investiţiilor. Aceste rezultate se măsoară cu ajutorul indicatorilor valorici, fizici sau necuantificabili. Indicatorii necuantificabili se referă la asigurarea unei mai bune protecţii a muncii sau la îmbunătăţirea condiţiilor de muncă etc.

Indicatorii mai pot fi clasificaţi în indicatori tehnici şi indicatori valorici.

Indicatorii tehnici sînt numeroşi şi diferă de la o ramură de producţie la alta.

Indicatorii tehnici cel mai frecvent folosiţi sînt: consumurile specifice de materii prime, combustibil, energie electrică, coeficienţii de folosire a utilajului şi suprafeţelor de producţie etc.

Indicatorii tehnici apar în expresie naturală (sînt fizici); ei nu pot fi comparaţi, fiind eterogeni, şi nu arată cu preţul căror cheltuieli de muncă sînt create mijloacele. Deoarece, oricît de mare ar fi importanţa indicatorilor tehnici, ei nu sînt în stare să ne ofere o imagine a eficienţei reale a investiţiilor, aceasta se realizează cu ajutorul indicatorilor valorici care sînt comparabili între ei şi reflectă cheltuielile de muncă vie şi materializată pentru fabricarea produselor în urma utilizării investiţiilor.

În acest scop se folosesc: valoarea (cantitatea de muncă socialmente necesară pentru producerea unei mărfi), preţul de cost şi investiţiile specifice.

Efectul investițiilor, exprimat în economia de muncă, este reflectat în modul cel mai complet de valoare. Dar pînă în prezent nu se calculează valoarea. Evidența cheltuielilor de muncă socialmente necesară în întreprinderi se ține la prețul de cost al producției, care diminuează efectul economic, deoarece în el nu se reflectă economia de muncă realizată la producția acelei părți a produsului social care este creată de supramuncă.

Și totuși, în ciuda tuturor neajunsurilor sale, prețul de cost al producției este unul din indicatorii sintetici cei mai importanți ai efectului economic.

Prețul de cost reflectă totuși, deși nu în mod complet, într-o formă sintetică modificările survenite în cheltuielile totale de muncă vie și materializată ca urmare a reproducției lărgite a fondurilor fixe. Trebuie subliniat că este vorba de prețul de cost complet, adică cheltuielile totale pentru producerea produsului și aducerea lui la locul de folosire.

Pentru *analiza eficienței investițiilor*, în afară de prețul de cost se mai folosește și un alt indicator, și anume *investițiile specifice.*

Recurgerea la un număr mare de indicatori este necesară nu numai pentru caracterizarea riguroasă de ansamblu a eficienței economice a variantelor de investiții, ci și pentru cunoașterea aspectelor parțial semnificative, în scopul desprinderii principalilor factori care contribuie la eficiența sau ineficiența variantei analizate.

În felul acesta apare posibilitatea descoperirii rezervelor interne de ameliorare a soluției sub aspectul constructiv, sub aspectul utilajelor, al amplasamentului etc., și astfel chiar posibilitatea combinării unor elemente avantajoase ale mai multor variante examinate, pentru a obține o nouă variantă, mai eficientă decît oricare din variantele avute în vedere inițial.

Toate aceste considerente arată necesitatea analizei complexe, multilaterale cu ajutorul unui număr mai mare de indicatori valorici și naturali ai eficienței economice a investițiilor, cu luarea în considerare a variatelor aspecte concrete care se pot ivi la fiecare obiectiv în parte și cu implicațiile lor pentru ramurile conexe și economia națională în ansamblu.

În această analiză complexă trebuie avute în vedere și eventualele restricții ale problemei datorită resurselor, în mod inevitabil limitate, de care dispune la un moment dat economia națională (acumulările bănești și materiale necesare efectuării investițiilor, baza de materii prime, baza energetică, disponibilul de valută necesar unor importuri de utilaje, materii prime, materiale etc.), ca și eventualele implicații social-politice ale soluțiilor examinate.

METODA DE ESTIMARE A EFICIENȚEI ECONOMICE ÎN PROCESUL DE DECIZIE, CONFORM TEORIEI UTILITĂȚII

Hotărîrea asupra alegerii variantei optime sub aspectul eficienței economice este îngreunată de faptul că nu s-a putut da o exprimare sintetică, într-un singur indicator, a ansamblului efectelor economice ale investiției.

Am arătat în prima parte a articolului caracterul eterogen al efectelor economice.

Corespunzător efectelor, numeroșii indicatori sînt valorici, fizici sau simple aprecieri calitative.

Acești indicatori, datorită modului diferit de exprimare, nu se pot „aduna" pentru a putea avea o valoare unică menită să ușureze adoptarea deciziei.

Rezolvarea problemei determinării eficienței întîmpină dificultăți în măsurarea utilității efectului economic. Teoria utilității încearcă să pună la dispoziția inginerilor și economiștilor un instrument de măsurare a utilității. Această problemă (a măsurării utilității) se află în stadiu de cercetare și încă prezintă dificultăți. Dificultățile apar datorită elementelor subiective care se introduc în aprecierea utilității.

În ultimii ani s-au făcut eforturi pentru a se încerca introducerea de elemente obiective în definirea și estimarea utilității și există perspectiva ca din căutările în acest domeniu să se ajungă la metode de estimare obiectivă a utilității.

În lucrarea „Asupra metodelor de estimare a utilității", dr. ing. Boldur Gh. amintea analogia făcută de von Neumann și Morgenstern acum 20 de ani, cînd, comparînd măsurarea utilității cu măsurarea căldurii, arătau că pînă la inventarea termometrului toți oamenii simțeau că e „cald" sau „frig", dar nu știau cît este de cald sau de frig [2].

Pentru înțelegerea metodei propuse în prezentul articol, vom recurge la arătarea metodei von Neumann — Morgenstern așa cum este prezentată în lucrarea citată mai sus.

Metoda lui von Neumann și Morgenstern, notată prescurtat în prezentul articol *metoda* $N - M$, estimează utilitatea și poate fi folosită în procesele de decizie.

Efectul economic reprezintă rezultatele utile obținute în urma efectuării investiției, pe scurt, utilitatea sau folosul pe care îl așteaptă decidentul (pentru a ne exprima cu limbajul adecvat teoriei utilității). În metoda N — M s-a convenit ca utilitatea maximă să fie 1, iar cea minimă să fie zero, ca în teoria probabilității.

Funcția de utilitate are următoarele proprietăți :

P_1) $u(A_i) > u(A_j)$ dacă și numai dacă $A_i \mathcal{P} A_j$,

ceea ce se citește : utilitatea alternativei A_i este precedentă utilității alternativei A_j dacă

şi numai dacă alternativa A_i se preferă alternativei A_j.

$$P_2)\ \{A_i \mathcal{J} [p \cdot A_1 \cdot (1-p) A_0]\} => [u(A_i) = = p \cdot u(A_1 + (1-p) u(A_0)],$$

ceea ce se citeşte : alternativa A_i este indiferentă de mixtura probabilităţii realizării alternativei A_1 şi A_0, ceea ce implică utilitatea alternativei A_i = cu probabilitatea utilităţii mixturii A_1 şi A_0.

Pentru a ilustra modul cum se operează cu utilităţi conform metodei N — M, în lucrarea mai sus citată se dă următorul exemplu :

Pentru realizarea unui produs industrial de serie mare sînt posibile patru tehnologii distincte T_1, T_2, T_3 şi T_4.

Conducerea întreprinderii industriale a fost pusă în situaţia să aleagă una dintre variante, ţinînd seama de două criterii (obiective) : beneficiul şi calitatea produsului. Efectele economice sau utilitatea sînt exprimate atît cantitativ, cît şi calitativ.

Din datele tehnice şi statistice se pot prelimina următoarele consecinţe ale celor patru variante :

Tabela 1

Variante	Criterii	
	C_1 Beneficiul anual (mii lei)	C_2 Calitatea produsului
T_1	1 000	slabă
T_2	800	bună
T_3	600	excelentă
T_4	700	bună

Prima parte a problemei constă în exprimarea utilităţii din punctul de vedere al celor două criterii :

C_1. Se consideră $u_1(T_1) = 1$ şi $u_1(T_3) = 0$; se construiesc cele două mixturi care vor defini pe $u_1(T_2)$ şi $u_1(T_4)$:

$$T_2 \mathcal{J} [p_2 T_1,\ (1-p_2)\ T_3]$$

şi

$$T_4 \mathcal{J} [p_4 T_1,\ (1-p_4)\ T_3];$$

se estimează $p_2 = 0{,}5$ şi $p_4 = 0{,}1$, deci :

$$u_1 T_2 = 0{,}5 \text{ şi } u_1(T_4) = 0{,}1.$$

Se observă că utilităţile nu sînt proporţionale cu valorile.

C_2. Se iau $u_2(T_3) = 1$ şi $u_2(T_1) = 0$; celelalte două mixturi care definesc pe $u_2(T_2)$ şi $u_2(T_4)$ sînt : $T_2 \mathcal{J} [0{,}7\ T_3;\ 0{,}3\ T_1]$ şi respectiv $T_4 \mathcal{J} [0{,}7\ T_3;\ 0{,}3\ T_1]$, de unde :

$$u_2(T_2) = 0{,}7$$

şi

$$u_2(T_4) = 0{,}7$$

Putem înscrie într-un tabel valorile utilităţilor.

Tabela 2

Variante	Utilităţi	
	Din p.d.v. al criteriului C_1	Din p.d.v. al criteriului C_2
T_1	1	0
T_2	0,5	0,7
T_3	0	1
T_4	0,1	0,7

A doua parte a problemei constă în luarea deciziei, ţinînd seama de ambele criterii. Vom considera un criteriu de sinteză care să însumeze utilităţile ambelor criterii [2]; [3], avînd în vedere următoarele aspecte :

— pentru decident, criteriile nu au pondere egală ;

— pentru a însuma utilitatea celor două criterii aparţinînd unei variante, criteriile trebuie să fie independente.

Pentru ponderea importanţei relative a criteriilor, fiecărui criteriu îi vom acorda un coeficient K_j, astfel ca pentru criteriul de importanţă minimă să avem $K_j = 1$.

Presupunem că $K_1 = 1$ şi $K_2 = 1{,}5$. Cu coeficienţii K_1 şi K_2 vom multiplica valorile utilităţilor pentru criteriul C_1, respectiv C_2 şi vom obţine utilităţile ponderate (tabela 3). Dacă considerăm criteriile independente, ele pot fi adecvate şi înscrise în ultima coloană a tabelei, care reprezintă criteriul sinteză.

Tabela 3

Variante	Utilităţi ponderate		Utilitatea criteriului sinteză
	Pentru criteriul C_1	Pentru criteriul C_2	
T_1	1	0	1
T_2	0,5	1,05	*1,55*
T_3	0	1,5	1,5
T_4	0,1	1,05	1,15

Se alege evident varianta T_2.

Tabela 4

Tabela criteriilor

Criteriul (indicatorul) / Varianta	Grupa C_1 Criterii cantitative conf. HCM 900/1970							Grupa C_2 Criterii calitative			
	1	2	3...	10	...	13	... 17	18	19	20	... m
	Val. investiţiei	Durata de realizare	Inv. specifică	Rentabilitate		Durata de recuperare		Calitatea produsului	Imbunătăţirea securităţii muncii	Creşterea nivelului de trai (de ex.: gradul de dotare a populaţiei cu produsul fabricat)	
1											
2											
3											
.											
.											
.											
.											
n											

Tabela 5

Valorile utilităţilor

Criteriul (indicatorul) / Varianta	Grupa C_1	Grupa C_2
	1 2 3 17	18 19 20 ...... m
1		
2		
3	cifre de la 0 la 1	
.		
.		
.		
.		
n		

Coeficienţi de pondere:

Grupa C_1: K_1; K_2; K_3; ...... K_{17}

Grupa C_2: K_{18} ; K_{19}; K_{20}... K_m

Tabela 6

Utilităţi ponderate şi de sinteză

Criteriul / Varianta	C_1	C_2	Utilitatea criteriului sinteză
	1 2 3 17	18 19 20 . . . m	
1	valorile utilităţilor x		
2			
3		coeficientul de pondere =	$\sum_{1}^{m}$ a utilităţilor
.			
.			
n			

Pentru a arăta gradul de influență a coeficientului K asupra deciziei, se alege $K_1 = 1$ și $K_2 = 2$ și se obțin următoarele utilități sinteză:

$$u_1 = 1, \quad u_2 = 1{,}9, \quad u_3 = 2, \quad u_4 = 1{,}5;$$

varianta optimă în acest caz ar fi T_3.

Critica acestei metode este subiectivitatea care intervine în alegerea coeficienților de pondere. *Dacă însă alegerea coeficienților de pondere pentru criteriul calitativ se unifică pe republică și se folosesc întotdeauna aceiași coeficienți intabulați, metoda este aplicabilă și de un real folos.*

Problema găsirii unei unități de măsură general acceptate pentru utilitate

În literatura recentă de specialitate sînt enumerate nu mai puțin de 24 de metode de estimare a utilității, însă metoda clasică rămîne cea prezentată aici.

Caracterul subiectiv al estimării utilității poate fi diminuat prin **codificarea** coeficienților de pondere. Această codificare revine grupelor de specialiști care ar fi însărcinați cu această problemă.

Utilitățile se consideră a fi valori numerice variind între 0 (minim) și 1 (maxim).

Utilitățile privind mai multe obiective (criterii indicatori etc.) se consideră aditive, dacă condiția de independență între obiective este asigurată. Această condiție apare evidentă, fiindcă a aduna utilitățile care nu sînt independente echivalează cu însumarea de mai multe ori a utilităților pentru acele subobiective care sînt comune.

Adunarea utilităților se face ponderînd valorile cu coeficienți de importanță relativă a obiectivelor. Acești coeficienți se stabilesc o dată cu obiectivele, putîndu-se folosi diverse tehnici de estimare [2]. Precizia de estimare crește cu gradul de detaliere a obiectivelor. Înțelegem prin obiectiv un criteriu de apreciere, factor, variabilă, indicator etc.

Decidentul, cînd își propune un obiectiv, izolează arbitrar o parte (un aspect) din realitate și își propune realizarea unei anumite stări (nivel) pentru acea parte din realitate. De exemplu, economistul care fixează drept obiectiv al unei întreprinderi beneficiul maxim pe o anumită perioadă nu face altceva decît să izoleze din multitudinea de aspecte ale realității economice a întreprinderii (volumul producției, calitatea produselor, dezvoltarea de perspectivă, prestigiul comercial, retribuția salariaților, beneficiile realizate etc.), ultimul aspect și să propună atingerea unui nivel cît mai înalt din acest punct de vedere.

Crearea și însărcinarea unor grupe de specialiști cu problema estimării utilității, și diviziunea pe colective specializate a efectuării operațiilor componente ale estimării utilității, ar fi de natură să mărească considerabil caracterul rațional al deciziei, care ar căpăta, în felul acesta, un pronunțat caracter de efort științific colectiv. Mecanismul extragerii variantei optime ar putea fi algoritmat cu ușurință după aceea și încredințat unui calculator electronic [2].

METODA PROPUSĂ

În scopul estimării eficienței economice a investițiilor pe baza teoriei utilității, pentru alegerea variantei optime se propune un calcul cu ajutorul tabelelor 4,5 și 6.

Din ultima coloană a tabelei 6 se alege varianta corespunzătoare cifrei maxime a utilității [5].

Această variantă întrunește exigențele unui calcul științific, înlăturînd subiectivitatea care se poate strecura prin modul de calcul al eficienței folosit pînă acum.

Autorii speră ca prin aplicarea în practică a metodei propuse să elimine arbitrariul și subiectivitatea în calculul eficienței economice a investițiilor, în scopul alegerii variantei optime.

Bibliografie

[1] Boldur Gheorghe: *Procese informaționale și de decizie în economie.* Ed. științifică, București, 1969.

[2] Boldur Gheorghe: *Asupra metodelor de estimare a utilității,* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 1, 1969.

[3] Churchmann C. W. ș.a.: *Introduction à la recherche opérationnelle,* Dunod, Paris, 1964.

[4] HCM 900/1970, Buletinul oficial nr. 75 din 7 iulie 1970.

[5] Dobrescu Florin: *Creșterea eficienței economice a execuției Fabricii de frigidere Găiești, prin folosirea planificării și controlului cu ajutorul metodei drumului critic.* Proiect de diplomă la cursurile postuniversitare, Facultatea tehnico-economică, Institutul politehnic București, 1970.

[6] *Eficiența economică a investițiilor,* nr. 1, 1967, Biblioteca economică, Institutul de cercetări economice, Ed. Academiei R.S.R., București, 1967.

Soluţii aplicate în practică pentru sporirea capacităţii de rezistenţă a unor construcţii existente la acţiunea sarcinilor seismice

Conf. ing. A. MIHUL, ing. M. PATRAŞ, ing. R. GRIGORESCU, ing. D. VĂTĂMAN
Institutul politehnic Iaşi

1. CONSIDERAŢII GENERALE

În ţara noastră există, în cadrul fondului de construcţii, un important volum de clădiri care reprezintă o valoare de investiţii ce poate fi raţional utilizată, în viitor, în cadrul economiei naţionale.

Condiţiile noi de exploatare a construcţiilor, apărute datorită modificărilor tehnologice sau, în general, funcţionale impun o serie de schimbări pentru a asigura modernizarea acestor clădiri.

Astfel, cerinţele care impun o exploatare corespunzătoare a construcţiilor duc la înlocuiri ale planşeelor de lemn cu planşee de beton armat (pentru asigurarea preluării sarcinilor sporite, asigurarea rezistenţei la foc şi creşterea durabilităţii), la sporirea, în unele cazuri, a deschiderilor, la schimbări ale modului de încărcare; de asemenea apar uneori obligatorii supraetajarea, mărirea volumului de goluri pentru ferestre, precum şi asigurarea unor rezerve de rezistenţă la seismicitate, care impun anumite modificări ale vechilor structuri de rezistenţă. În unele cazuri se constată şi degradări: fisuri în zidărie, cedări locale în fundaţii, care trebuie remediate.

Din analiza unor astfel de construcţii rezultă că o mare parte din structura de rezistenţă a lor este constituită din pereţi portanţi de zidărie, în care, de obicei, nu sînt prevăzuţi sîmburi de beton, centuri antiseismice sau alte legături suplimentare, în afara unor tiranţi metalici (deseori degradaţi, datorită fenomenului de coroziune).

În vederea rezolvării acestor probleme au fost studiate o serie de soluţii care s-au aplicat la un număr important de construcţii, în special la cele cu caracter industrial.

În principiu, pentru sporirea capacităţii de rezistenţă a structurilor, s-a plecat de la ideea păstrării în cea mai mare parte a structurii iniţiale, cuprinderea ei în ansamblul nou

Vedere exterioară, după consolidare, a cinematografului „Republica" din Iaşi. Structură cu un singur nivel, cu deschiderea de 20 m, cu pereţi portanţi.

creat, valorificarea în cea mai mare măsură a capacității ei de rezistență, fără ca aceasta să ducă la scăderea cerințelor funcționale impuse.

În acest sens, din analiza cerințelor diverșilor beneficiari a rezultat, de exemplu, că introducerea diafragmelor transversale sau longitudinale nu satisface, în cele mai multe cazuri, cerințele funcționale (deoarece reduce gradul de adaptare a spațiului construit pentru rezolvări diverse).

În unele din cazurile ivite în practică s-au adoptat soluții constructive specifice, determinate și de condiția de a nu se întrerupe procesul de producție pe durata desfășurării lucrărilor de consolidare.

Au fost consolidate, respectîndu-se cerințele menționate, numeroase clădiri care pot fi grupate în următoarele categorii (pentru care s-a dat cîte un exemplu de aplicare a principiului):

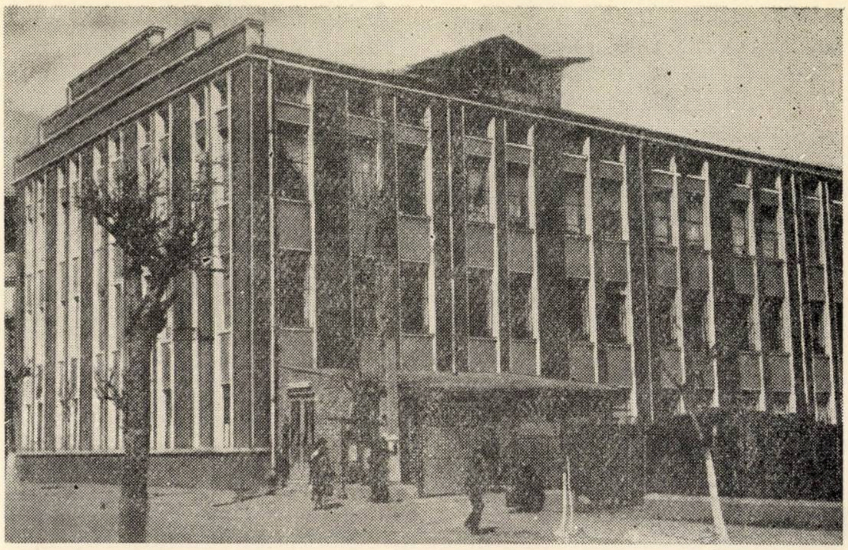
a) structuri cu un singur nivel, cu deschideri de 12 pînă la 22 m, cu pereți portanți (cinematograful „Republica" Iași);

b) structuri cu mai multe deschideri, avînd stîlpi intermediari și planșee de beton armat, la care din anumite motive nu era posibilă intervenția la stîlpii interiori în vederea sporirii capacității lor de rezistență la acțiunea sarcinilor orizontale (secția de încălțăminte de la fabrica „Partizanul" Bacău);

c) structuri cu mai multe deschideri, avînd stîlpi intermediari de beton armat cu planșee de lemn și beton armat, la care condițiile de execuție permiteau și consolidarea elementelor interioare (fabrica „Proletarul" — Bacău);

d) structuri la care, prin sporirea sarcinilor datorită supraînălțărilor, era în mare măsură afectată infrastructura (fabrica „Proletarul Roșu" Bîrlad);

e) structuri la care reazemele intermediare existente sînt de lemn sau alte materiale ce nu pot asigura în bune condiții preluarea noilor încărcări (secția congelare-uscare, Fabrica de clei Mărășești).



Secția încălțăminte de la fabrica de pielărie și încălțăminte „Partizanul" Bacău

În lucrare nu au fost prezentate soluțiile la care a fost posibilă executarea diafragmelor interioare.

2. Soluții pentru sporirea capacității de rezistență

Pentru construcțiile din prima categorie (*a*) soluția de consolidare a constat în realizarea acoperișului din elemente prefabricate sau beton monolit care reazemă pe pilaștri de beton armat, alcătuiți din două ramuri ce îmbrățișează zidăria în dreptul șpaleților dintre golurile de uși și ferestre; cele două ramuri ale pilaștrilor sînt legate între ele cu elemente transversale de beton armat, alcătuind în acest mod stîlpi cu momente de inerție mari, cu importantă capacitate de rezistență la încovoiere și care, totodată, antrenează în lucru pereții portanți existenți.

Realizarea unui sistem unitar de transmitere a sarcinilor la teren permite folosirea întregii capacități de rezistență a fundației existente. În cazul în care suprafața de rezemare a fundațiilor existente nu a fost suficientă, s-au prevăzut elemente suplimentare cu care au fost sporite dimensiunile tălpilor de rezemare ale fundației în dreptul pilaștrilor; aceasta s-a realizat prin executarea unor tălpi laterale, dispuse la cota tălpii existente, care s-au legat între ele în sens transversal, pe lățimea stîlpilor.

În aceste cazuri, calculul la sarcini orizontale s-a efectuat pe schemele prezentate în figura 1.

Pentru determinarea momentelor de inerție, necesare stabilirii valorii sarcinii seismice, s-a luat în considerare participarea zidăriei de cărămidă. Zidăria a fost transformată prin coeficientul de echivalență *k* în secțiune de beton. Dimensionarea stîlpilor s-a făcut în aceeași ipoteză. În calcul s-a luat în considerație și ipoteza fisurării zidăriei, fapt care a dus la reducerea momentelor de inerție și, implicit, la reducerea mărimii sarcinilor orizontale. În acest caz, însă, la verificarea secțiunii stîlpilor de beton armat s-a considerat ipoteza în care zidăria nu participă la preluarea eforturilor. Am considerat necesar a veri-

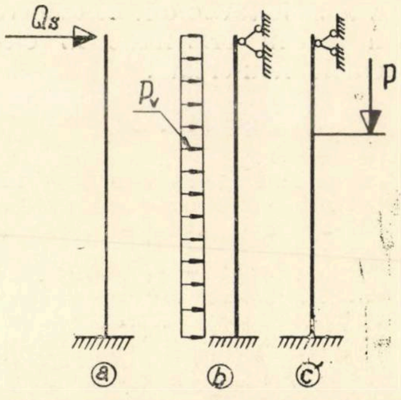


Fig. 1 — Schemele adoptate pentru calculul la sarcini orizontale: a — pentru sarcina seismică; b — pentru sarcina din vînt; c — pentru pod rulant

fica structura în ambele ipoteze, întrucît nu se poate conta pe adaptarea sistemului mixt creat în momentul cedării zidăriei, care ar putea avea şi un caracter brusc. Menţionăm că, în general, nu apar diferenţe esenţiale în ceea ce priveşte dimensiunile secţiunii stîlpilor, deoarece reducerea momentului de inerţie (prin eliminarea aportului zidăriei) duce la reduceri ale sarcinii seismice. În plus, prin apariţia fisurilor în zidărie, creşte în mare măsură coeficientul de amortizare ψ, ceea ce duce la o reducere şi mai mare a forţelor seismice, element care a fost luat de asemenea în consideraţie.

Pentru construcţiile din categoria a doua (*b*), ţinînd seama de condiţia impusă în soluţia dată, s-a acţionat asupra rigidităţii elementelor marginale ale structurii, prin executarea unor pilaştri de beton armat, cu două ramuri, după principiul descris mai sus, şi prin introducerea unor îngroşări importante realizate la grinzile de beton armat existente; în acest mod, structura interioară s-a descărcat de efectul sarcinilor orizontale.

Schema statică adoptată este prezentată în figura 2. Se menţionează că secţiunile pilaştrilor şi ale grinzilor din deschiderile marginale sînt în aşa mod alese încît structura interioară să prezinte o rigiditate minimă necesară în raport cu elementele marginale pentru a nu se încărca cu sarcini seismice decît pînă la capacitatea ei portantă; în acest sens au fost transferate solicitările din încovoiere din sarcini orizontale la elementele nou-create.

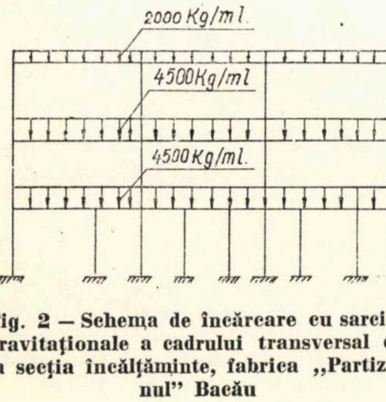


Fig. 2 — Schema de încărcare cu sarcini gravitaţionale a cadrului transversal de la secţia încălţăminte, fabrica „Partizanul" Bacău

În acest mod de soluţionare a structurii se asigură lucrul unitar al întregului ansamblu (vechi şi nou), elementele existente fiind folosite la capacitatea maximă de rezistenţă, în special pentru preluarea sarcinilor gravitaţionale. Alegerea secţiunii elementelor nou introduse se face prin tatonări, adoptînd metode simplificatoare de calcul. O dată soluţia stabilită, se efectuează un calcul static complet, pe baza căruia se face dimensionarea elementelor de consolidare.

În figura 3 este prezentată rezolvarea structurii consolidate din tronsonul al doilea al secţiei de încălţăminte de la fabrica „Partizanul" Bacău, proiectată pentru gradul 8 de seismicitate.

Dezvoltată pe trei niveluri, construcţia neconsolidată are o structură de rezistenţă mixtă (fig. 4), alcătuită din cadre de beton armat, la interior, şi ziduri portante de cărămidă pe contur. Plăcile planşeelor sînt executate din beton armat în grosime de 8 ... 10 cm, cu excepţia planşeului de pod, care este alcătuit din elemente de lemn, care sprijină pe scheletul de beton armat. Riglele cadrelor transversale s-au considerat în calcul simplu rezemate pe zidurile exterioare, de 65 cm grosime la parter şi 42 cm grosime la etajele I şi II,

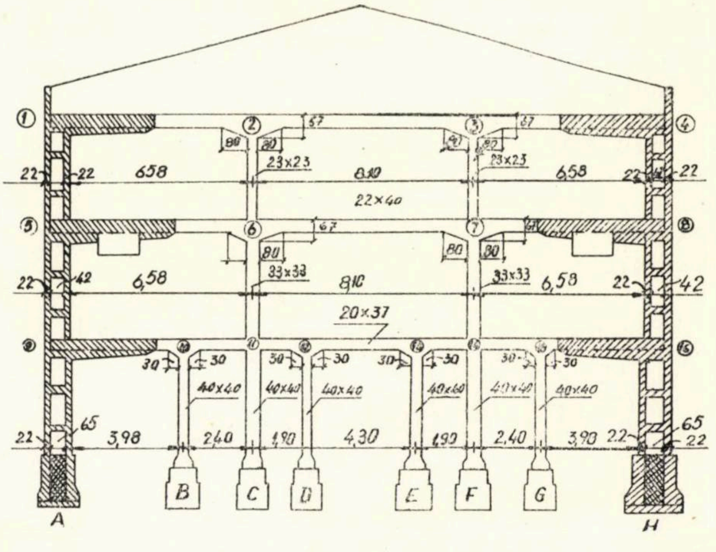


Fig. 3 — Schema de consolidare a cadrului transversal la tronsonul al doilea de la secţia încălţăminte, fabrica „Partizanul" Bacău

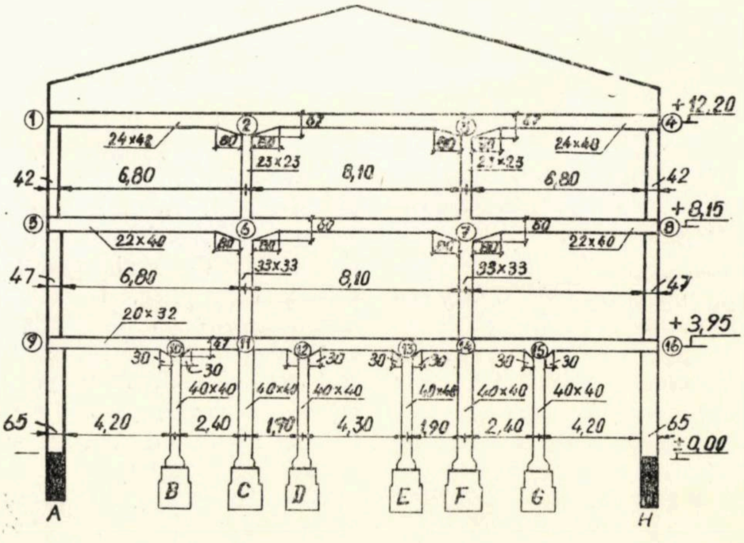


Fig. 4 — Schema cadrului transversal înainte de consolidarea secţiei încălţăminte, fabrica „Partizanul" Bacău

rezemarea făcîndu-se prin intermediul unor centuri de beton armat. Fundaţiile clădirii sînt realizate sub formă de tălpi continue de beton, sub zidurile exterioare, şi sub formă de bloc şi cuzinet pentru stîlpii cadrelor interioare.

După cum se constată din calculul static prezentat în figura 5, sistemul nu este capabil să preia sarcini seismice. Prin adoptarea soluţiei prezentate în figura 3 au rezultat eforturile prezentate în figura 6, pe baza cărora s-au ales dimensiunile elementelor noi introduse în structură. În figura 7 sînt prezentate unele detalii referitoare la executarea consolidărilor la grinzi şi fundaţii.

Pentru construcţiile din categoria a treia (*c*) s-a acţionat şi asupra structurii interioare.

Construcţia corpului I de fabricaţie de la Fabrica „Proletarul" Bacău a rezultat din dezvoltarea, adăugarea şi supraînălţarea unei construcţii vechi, transformată înainte şi după cutremurul din anul 1940.

La supraînălţarea vechii clădiri s-au păstrat, din elementele vechi, fundaţiile, stîlpii şi planşeul de peste parter. A rezultat astfel o structură de rezistenţă alcătuită din cadre transversale de beton armat cu trei deschideri şi cadre longitudinale cu 15 deschideri, dezvoltate pe înălţimea P + 4 (fig. 8).

Riglele cadrelor din panourile marginale reazemă pe centuri de beton armat ce transmit sarcinile la fundaţii prin intermediul zidăriei portante; în zona de mijloc, riglele cadrelor reazemă pe stîlpi de beton armat. Fundaţiile zidurilor exterioare sînt de tipul talpă de beton, iar ale stîlpilor, din blocuri de beton armat.

Modificarea ulterioară a fluxului tehnologic, determinată de o nouă organizare a producţiei, a dus la sporirea încărcărilor la parter şi etajul I. Din calculele efectuate asupra structurii existente a rezultat că dimensiunile elementelor componente sînt insuficiente pentru a prelua încărcările gravitaţionale şi cele din seismicitate.

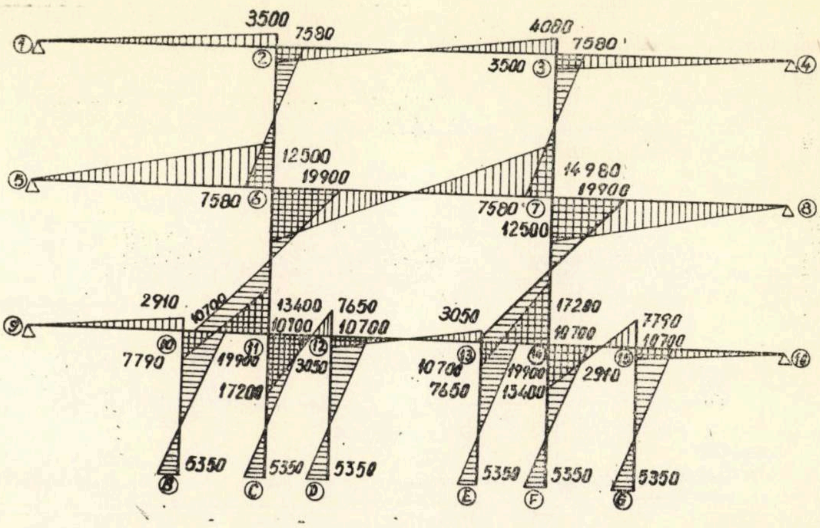


Fig. 5 — Diagrama de momente încovoietoare din sarcini orizontale în ipoteza structurii neconsolidate

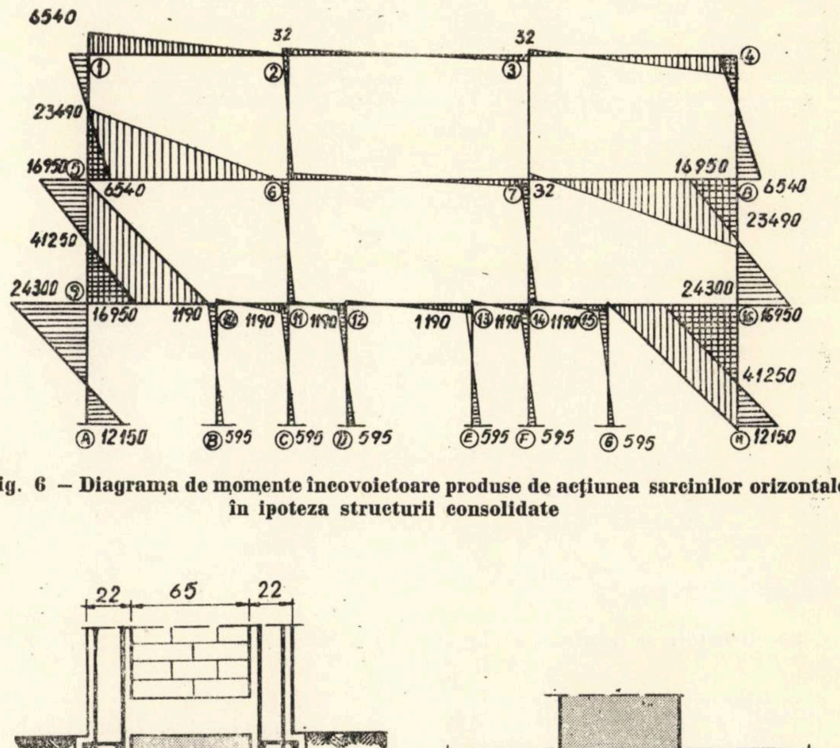


Fig. 6 — Diagrama de momente încovoietoare produse de acţiunea sarcinilor orizontale în ipoteza structurii consolidate

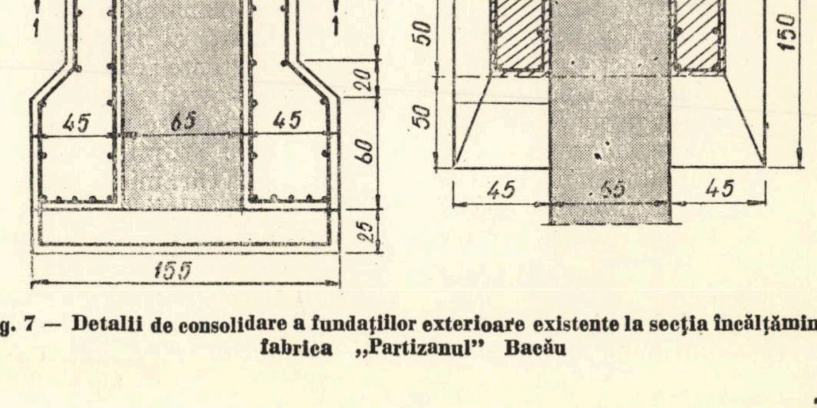


Fig. 7 — Detalii de consolidare a fundaţiilor exterioare existente la secţia încălţăminte, fabrica „Partizanul" Bacău

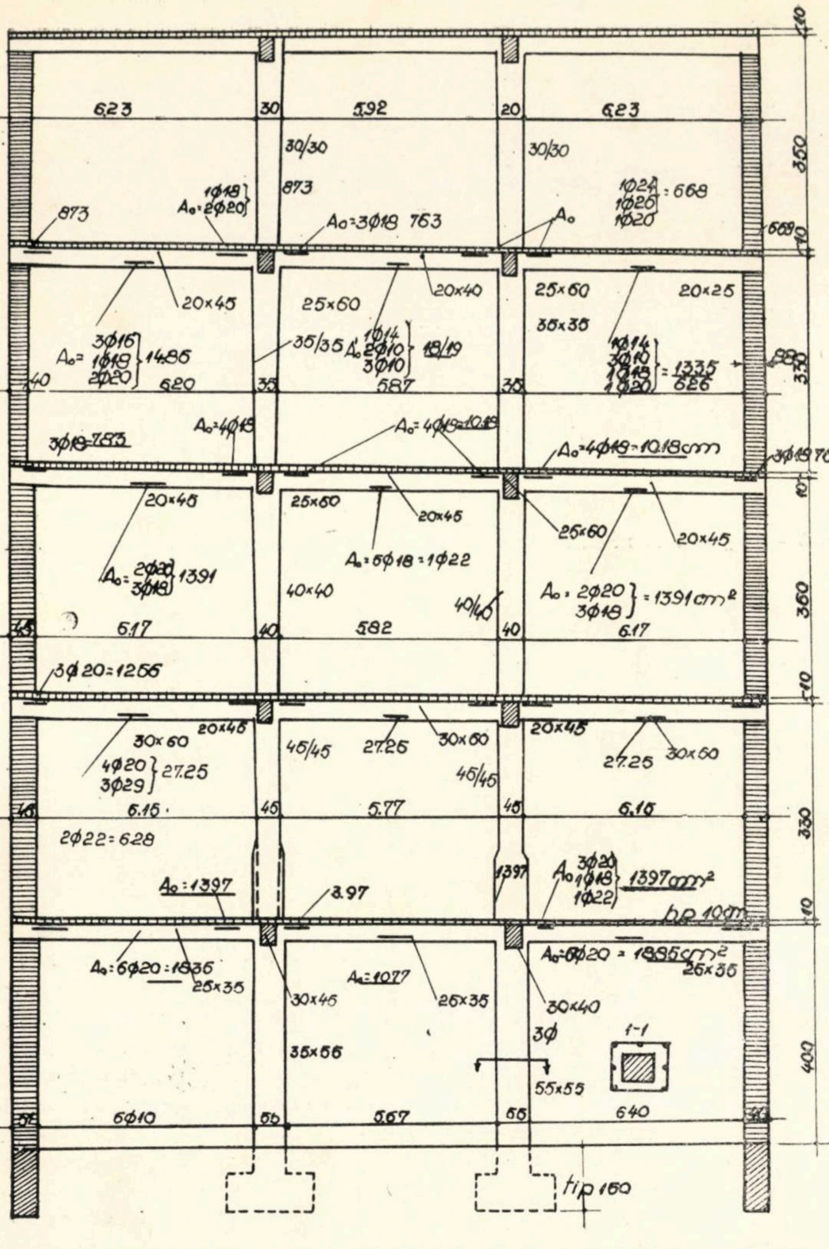


Fig. 8 – Structura de rezistenţă a corpului I de fabricaţie de la fabrica ,,Proletarul" Bacău

Calculul eforturilor pentru structura existentă s-a făcut admiţînd schema statică cu riglele marginale simplu rezemate pe zidărie (schemă care s-a păstrat şi pentru calculul structurii consolidate, pentru sarcini permanente ce acţionează construcţia pînă la consolidare).

S-a adoptat următoarea soluţie de consolidare:

— planşeul de lemn de peste parter a fost înlocuit cu un planşeu de beton armat;

— s-au introdus stîlpi marginali de beton armat cu două ramuri (20 × 80 cm), care îmbrăţişează zidăria pe toată înălţimea construcţiei, legate între ele cu grinzişoare transversale ce străbat peretele de cărămidă pe toată lăţimea stîlpului; aceste legături sînt obligatorii în dreptul planşeelor, la partea superioară şi inferioară a grinzilor existente; distanţa dintre ele nu poate depăşi 1,35 m. Se asigură în acest mod o conlucrare între stîlpii de beton şi peretele de cărămidă. La etajele III şi IV, stîlpii care îmbrăţişează zidăria îşi reduc dimensiunile, ca urmare a reducerii grosimii peretelui;

— stîlpii nou-creaţi sînt legaţi la partea inferioară cu o talpă de beton armat evazată în interiorul şi exteriorul construcţiei;

— la stîlpii centrali s-au menţinut dimensiunile existente, cu excepţia celor de la etajul I, la care se prevede o cămăşuire;

— în vederea preluării momentelor negative din zona stîlpilor marginali a rezultat necesară, la grinzile marginale, executarea unor vute, legătura armăturii din grindă cu cea din vute în zonele de contact realizîndu-se prin sudarea armăturii.

Rezultatele calculelor pentru acţiunea dată de sarcinile seismice sînt prezentate în figura 9. Calculul static pentru structura consolidată s-a efectuat în următoarele ipoteze:

— pentru sarcinile permanente, grinzile marginale se consideră simplu rezemate pe contur, ca fiind situaţia cea mai dezavantajoasă;

— pentru sarcinile utile provenite din utilajele existente, care în timpul consolidării se demontează, şi pentru utilajele ce se vor monta în perspectivă, schema statică adoptată este cea corespunzătoare soluţiei obţinute după consolidarea structurii;

— pentru sarcini seismice, schema considerată corespunde sistemului după consolidare; calculul s-a făcut după o metodă simplificată, recomandabilă la cadrele multiple, atunci cînd sînt preponderente încărcările verticale.

Pentru construcţiile de categoria a patra (*d*) se descrie consolidarea efectuată la hala de producţie a Fabricii de confecţii ,,Proletarul Roşu" Bîrlad, pentru care s-a cerut supraetajarea.

La elaborarea soluţiei de consolidare s-a căutat să se respecte cerinţele beneficiarului de a nu modifica, datorită unor elemente ce s-ar introduce pentru consolidare, funcţionalul halei de producţie; de asemenea, s-a impus ca construcţia existentă, dezvoltată pe două niveluri, să poată fi exploatată pe toată durata executării lucrărilor de consolidare şi de supraetajare; întrucît faţadele şi finisajele

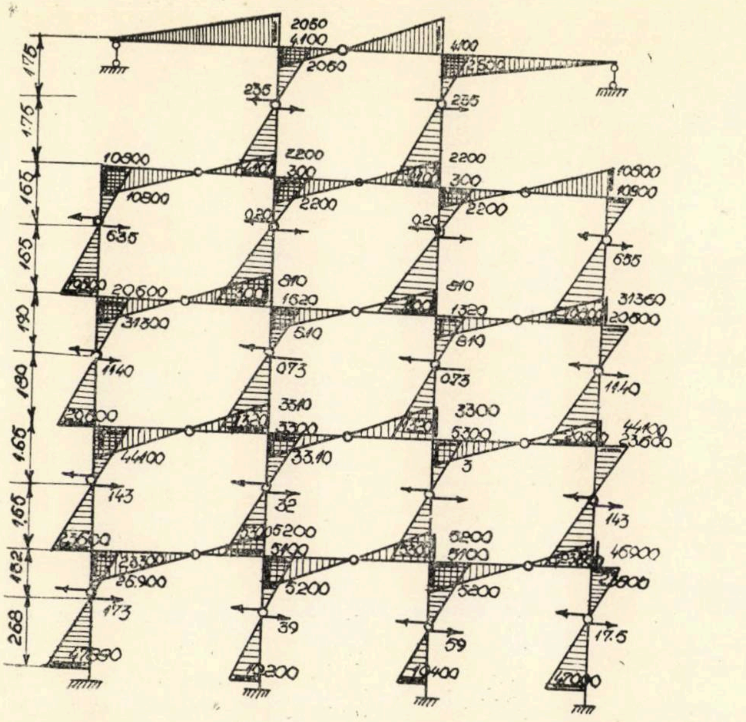


Fig. 9 — Diagrama de momente încovoietoare din acțiunea sarcinilor orizontale la corpul I de fabricație, fabrica „Proletarul" Bacău

erau nou-executate, ele nu trebuiau afectate în procesul de consolidare.

Din calculul de rezistență a rezultat că nu este rezolvată siguranța de exploatare pentru cadrul longitudinal și pentru fundații.

Față de aceste condiții, în urma efectuării unor calcule inițiale prin tatonări, s-a constatat că problema poate fi rezolvată prin executarea unor lucrări de consolidare, care pot fi realizate numai sub nivelul cotei pardoselii.

Soluția a constat în consolidarea, pe de o parte, a fundațiilor izolate, în sensul măririi suprafeței de rezemare (fig. 10), fiind realizată astfel o presiune admisibilă pe teren corespunzătoare cu aceea dată de avizul geotehnic, de 3,1 kgf/cm², iar pe de altă parte, prin micșorarea momentelor încovoietoare rezultate pe cadrul longitudinal, datorită acțiunii sarcinilor seismice, obținută prin reducerea înălțimii stîlpilor. Ridicarea secțiunii de încastrare a bazei stîlpului s-a obținut prin cămășuirea fundațiilor și prin executarea unei grinzi de rigidizare dispuse în sensul longitudinal al construcției, paralel și alăturat cu fundația de beton ce susține zidăria de la parterul clădirii. Grinda longitudinală dispusă aproximativ în zona centrală a stîlpului s-a executat din beton armat, fiind turnată monolit cu betonul armat din pahar, prevăzut pentru consolidarea fundațiilor izolate.

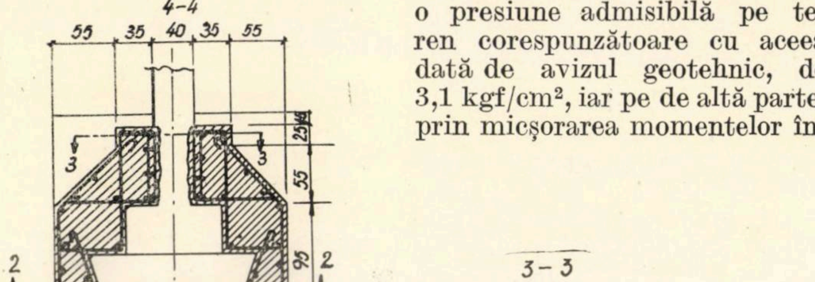


Fig. 10 — Detalii de consolidare a fundațiilor izolate la hala fabricii „Proletarul Roșu" Bîrlad

Pentru construcțiile din categoria a cincea (*e*) se descrie modul în care a fost rezolvată consolidarea la secția de congelare-uscare a Fabricii de clei de la Mărășești.

Această secție funcționează într-o clădire veche, dezvoltată pe înălțime pe patru niveluri (subsol, parter și două etaje).

Structura de rezistență a construcției existente (fig. 11) este cu pereți portanți exteriori de zidărie plină de 50 cm grosime, ce reazemă pe pereții de beton ai subsolului.

Elementele principale de rezistență ale acoperișului sînt alcătuite din ferme de lemn care reazemă direct pe șpaleți de zidărie dispuși între ferestre. Fermele susțin un acoperiș ușor de lemn. De aceea, la etajul II nu apar stîlpi intermediari. Planșeul de deasupra subsolului este alcătuit dintr-o placă de beton armat cu nervuri ce reazemă pe zidăria portantă de pe contur și pe două cadre longitudinale, susținute de stîlpii interiori. Planșeele peste parter sînt de lemn, fiind susținute de pereții exteriori și de două cadre longitudinale alcătuite din profile metalice.

Din analiza structurii actuale de rezistență reiese faptul că ea nu poate face față acțiunilor seismice, avînd în vedere zona de seismicitate de gradul 9 în care este amplasată construcția. De asemenea, elementele principale de rezistență dispuse în interiorul construcției sub for-

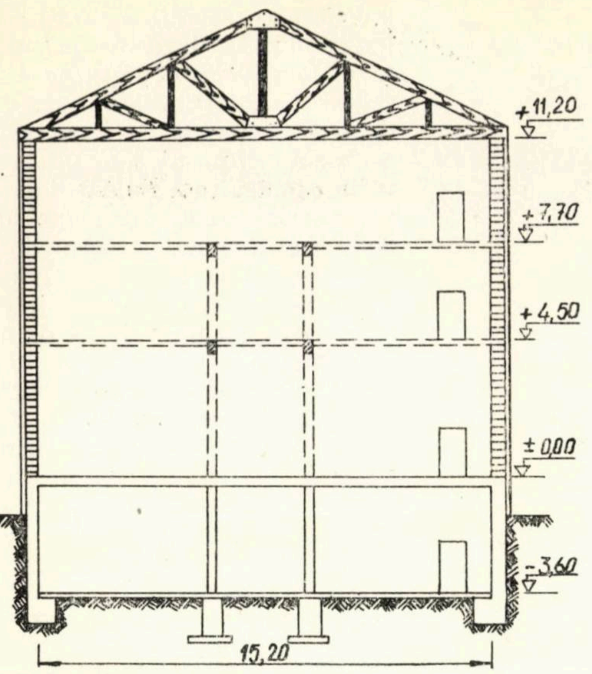


Fig. 11 – Secţiune transversală la secţia de congelare-uscare a fabricii de clei din Mărăşeşti

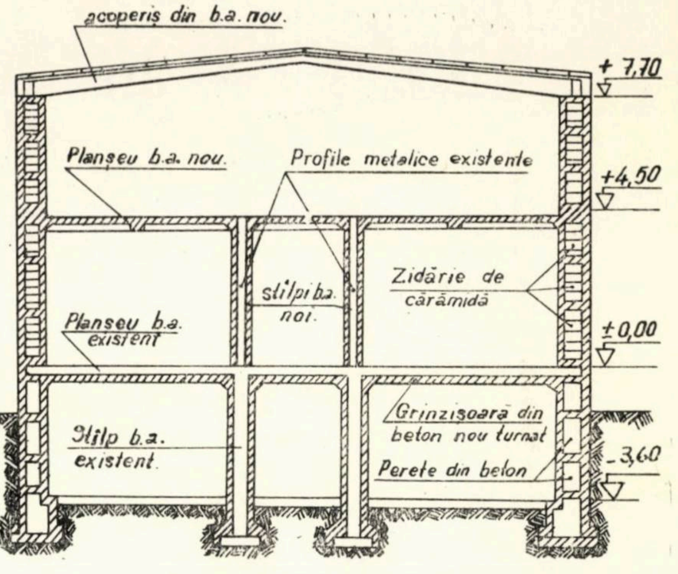


Fig. 12 – Schema structurii de rezistenţă după consolidare

mă de cadre din profile metalice sînt puternic corodate şi nu pot fi luate în consideraţie decît ca elemente de susţinere ce pot fi avantajos utilizate în procesul de execuţie a consolidării.

Conform cu cerinţele funcţionale, a rezultat posibilitatea reducerii înălţimii construcţiei cu circa 3 m, prin suprimarea unui nivel.

Structura de rezistenţă pentru noua clădire s-a conceput în ideea realizării unor cadre transversale cu stîlpi exteriori care să îmbrăţişeze zidăria existentă pe toată înălţimea construcţiei (fig. 12) şi evazării fundaţiilor existente, realizate în mod similar cu lucrările din celelalte categorii. Structura interioară metalică se înglobează în beton servind în procesul de execuţie ca reazem pentru susţinerea cofrajelor.

3. Concluzii

În ţara noastră există un important fond de construcţii vechi care pot fi modernizate; structura de rezistenţă a acestor construcţii poate fi consolidată la costuri raţionale, în aşa mod încît ele să facă faţă cerinţelor actuale de exploatare.

Soluţiile prezentate au fost aplicate la consolidarea unor construcţii existente cu pereţi exteriori portanţi din zidărie de cărămidă, la care a fost sporită, pînă la valoarea necesară, capacitatea de rezistenţă la acţiunea sarcinilor seismice (grad, 7, 8 şi 9 de seismicitate) şi la acţiunea sarcinilor verticale impuse de noile condiţii de exploatare.

Soluţiile se referă la sistemele realizate prin intermediul unor elemente liniare, simple, prin înlocuiri de planşee şi consolidări de fundaţii, fără introducerea diafragmelor verticale la care s-a asigurat conlucrarea cu întreaga structură existentă. S-a analizat dirijarea optimă a solicitărilor provenite din acţiunea sarcinilor seismice la elemente nou-introduse, care descarcă structura existentă şi o antrenează cu toată capacitatea de rezistenţă în sistemul structural nou-creat.

La rezolvarea problemelor de consolidare s-a avut în vedere obţinerea soluţiilor optime de cost, precum şi asigurarea condiţiilor tehnologice de execuţie, care să nu stînjenească procesul de producţie atunci cînd acesta nu poate fi întrerupt.

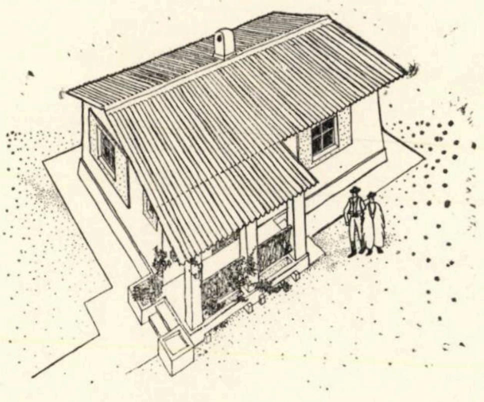
Soluţiile prezentate pot fi extinse la o variată gamă de structuri care urmează să fie consolidate.

O experienţă privind

reducerea consumului de lemn

în construcţii

Arh. GHEORGHE POLIZU
Institutul de proiectări pentru industria materialelor de construcţie — IPIMC



Dezvoltarea şi perfecţionarea activităţii în toate domeniile, condiţie esenţială pentru înaintarea ţării noastre pe noi trepte de progres şi civilizaţie, impune luarea unei serii întregi de măsuri pentru valorificarea în condiţii de eficacitate mereu sporită a resurselor naturale, pentru fundamentarea ştiinţifică a actelor de decizie privind modul cum sînt gospodărite aceste resurse.

Pe această linie se înscriu şi preocupările I.P.I.M.C. de a găsi noi soluţii pentru rezolvarea unor probleme, pe care le considerăm de importanţă majoră, ale programului de investiţii în industrie, în principal prin valorificarea originală a calităţilor noilor materiale şi elemente de construcţii produse de industria materialelor de construcţie din ţara noastră.

Aceste soluţii noi au permis ridicarea gradului de industrializare a construcţiilor şi obţinerea unor importante economii de materiale şi manoperă în condiţiile unei scăderi continue a ponderii valorii de construcţii-montaje din totalul valorilor de investiţii.

În cursul anilor 1968—1969 au fost analizate implicaţiile pe care le pot avea noile materiale şi elemente de construcţie în cazul folosirii lor la lucrări din domeniul construcţiilor agrozootehnice din mediul rural şi sectorul cooperatist.

Rezultatele acestor studii au fost materializate într-o serie de proiecte ,,prototip'' pentru programe reprezentative din acest domeniu: o locuinţă rurală (fig. 1), o maternitate pentru 50 de scroafe (fig. 2), un grajd pentru 100 de vaci cu lapte (fig. 3) şi un pătul pentru 150 tone ştiuleţi de porumb (fig. 4), executate în comuna Scorniceşti—Olt, satul Negreni, în cursul lunilor mai — iunie 1969.*

Pe baza rezultatelor obţinute şi analizate împreună cu o serie de factori interesaţi (U.N.C.A.P., U.J.C.A.P., I.S.P.A. etc.), proiectele pentru maternitatea de scroafe, grajdul pentru 100 vaci cu lapte şi pătulul pentru 150 tone de ştiuleţi de porumb au fost definitivate în primul trimestru al anului 1970.

Scopul urmărit a fost, în primul rînd, întocmirea unor proiecte care să se realizeze în condiţii de productivitate sporită pe şantier, folosind materiale noi şi eficiente, care să permită economisirea masei lemnoase de orice categorie şi a oţelului.

Proiectele realizate constituie — după părerea autorilor — şi un pas înainte în direcţia industrializării programului de construcţii în cadrul cooperativelor agricole de producţie, industrializare concepută prin folosirea unor ele-

* Proiectele au fost întocmite de următorul colectiv: Ing. E. Baiculescu (*coordonare generală*); arh. Gh. Polizu, arh. S. Friedman (*arhitectură*); ing. S. Piculescu, ing. D. Anastasiu (*rezistenţă*); ing. V. Ivanovschi (*şef proiect*).

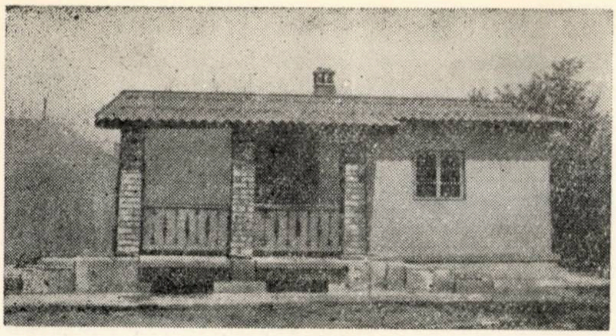


Fig. 1 — Locuința rurală construită în comuna Scornicești — Olt. Locuința are pereți de beton celular și acoperiș de azbociment.

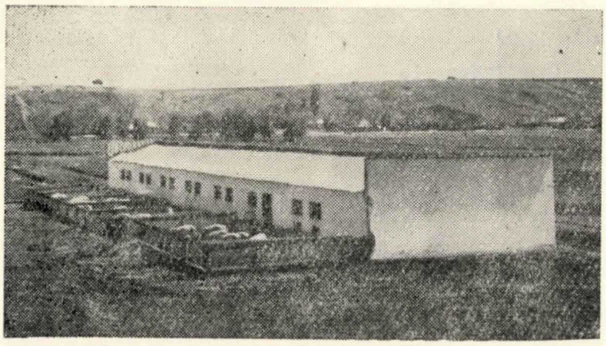


Fig. 2 — Vedere exterioară a maternității pentru 50 de scroafe

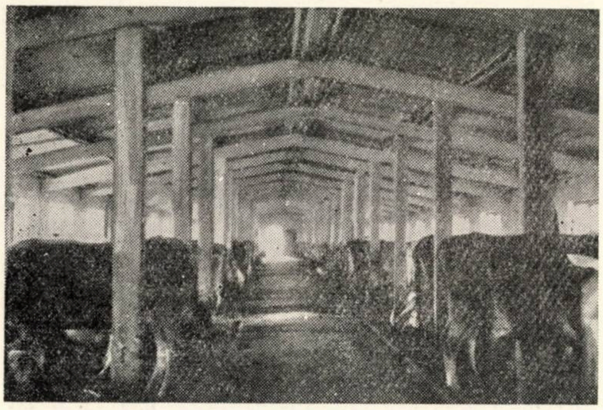


Fig. 3 — Vedere interioară a grajdului pentru 100 de vaci cu lapte

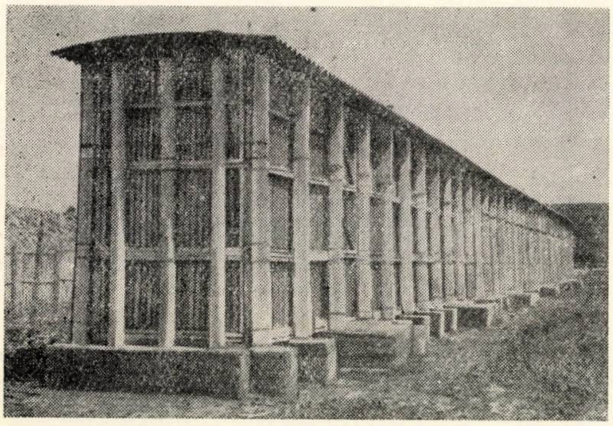


Fig. 4 — Pătul pentru 150 tone de știuleți de porumb

mente și materiale produse industrial, la dimensiuni modulate și puse în operă prin procedee cît mai simple. Una din preocupările care au stat la baza concepției noastre a fost alcătuirea în așa fel a elementelor care compun construcțiile, încît montarea lor să se poată face fără utilaje speciale de ridicat, procedeele de punere în operă, pentru această etapă, fiind păstrate în mod intenționat apropiate de cele tradiționale.

Astfel, locuința rurală (fig. 1 și 5) reprezintă o construcție de cca 62 m², modulată, la care pereții sînt realizați din blocuri de beton celular autoclavizat, montate pe o fundație din materiale locale (beton ciclopean, zidărie de piatră etc.). Acoperișul este conceput din fîșii prefabricate armate, din beton celular, avînd 3,6 × 0,2 × 0,24 m și o greutate de cca 105 kg, care reazemă pe zidurile exterioare și pe cel median, mai înalt, în așa fel încît să se realizeze panta necesară pentru învelitoarea din plăci ondulate de azbociment, fixată cu șuruburi pentru lemn direct în fîșiile de beton celular.

Partiul locuinței, care are o cameră mare cu nișă de gătit, un dormitor, cămară și o cameră umedă ce se poate transforma în baie, reprezintă numai o exemplificare, în prezent în institut fiind studiate și alte partiuri, care pot satisface o gamă mai largă de necesități.

Locuința propusă, în comparație cu locuințele de aceeași suprafață realizate cu șarpanta de lemn, permite reducerea consumului de material lemnos cu 93%, iar față de cele cu planșeu de beton, consumul de oțel este redus aproape la jumătate (10,6 kg/m² față de cca 22 kg/m²), totul în condițiile unui cost comparabil.

Realizarea integrală (pereți și planșeu) din beton celular este avantajoasă și din punctul de vedere al cheltuielilor de exploatare, reducîndu-se cu peste 50% consumul de combustibil iarna datorită micșorării pierderilor de căldură, în timp ce vara locuința va fi răcoroasă.

Maternitatea pentru 50 de scroafe a fost realizată cu fundații de beton, pereți de zidărie, șarpantă prefabricată de beton armat și beton precomprimat, acoperișul fiind realizat din două foi de azbociment ondulat și un miez izolator de vată minerală semirigidă.

Pentru acest obiect, efortul de proiectare a fost dirijat spre înlocuirea materialului lemnos folosit mai ales la șarpantă.

În proiectul prototip, înlocuirea s-a făcut parțial (numai pentru riglele principale realizate din beton precomprimat), azbocimentul sprijinind pe dulapi de lemn (fig. 6 și 7). Cu ocazia redactării proiectului definitiv au fost înlocuite și panele de lemn cu pane de beton prefabricate sau metalice, folosind pentru ele profile eficiente produse de Uzina Metalurgică Iași.

Astfel, în comparație cu soluția tradițională, din lemn, ce se execută în C.A.P., proiectul propus de I.P.I.M.C. realizează:

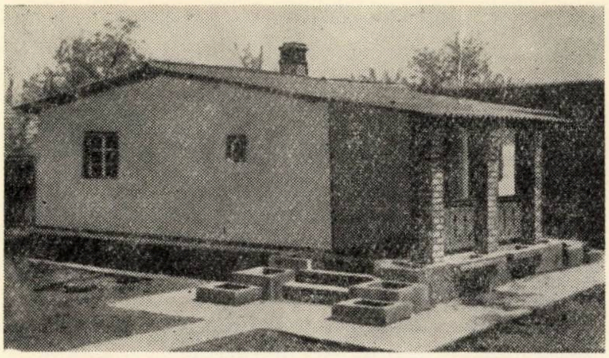


Fig. 5 — Vedere de pe uliță a locuinței

— reducerea investiției specifice cu 12% (220 față de 250 lei/m²);

— micșorarea consumului de lemn cu cca 95% (0,007 m³/m² față de 0,154 m³/m²);

— dublarea duratei normate (30 de ani față de 15 ani).

În comparație cu soluția prefabricată folosită la I.A.S.:

— investiția specifică se reduce la 60% (220 față de 370 lei/m²);

— consumul de lemn se micșorează de peste două ori (0,007 m³/m² față de 0,017m³/m²);

— consumul de oțel se reduce de peste 7 ori (1,9 kg/m² față de cca 14 kg/m²).

Proiectul fiind adresat cooperativelor agricole de producție, s-a urmărit, în spiritul celor prezentate mai înainte, ca realizarea să se poată face cu manoperă locală și fără probleme speciale. Piesele ușoare (stîlpul central, piesa cea mai grea, are 300 kg) nu reclamă folosirea utilajelor de ridicat.

În principiu, se realizează conturul din zidărie și stîlpii centrali, grinzile principale fiind fixate cu buloane de aceștia și înglobate în centura zidului. Apoi, pe grinzile principale se montează panele de beton, iar pe acestea acoperișul de azbociment cu strat termoizolator.

Acoperișul realizat din două foi de azbociment, la care prima îndeplinește funcția de barieră de vapori și strat-suport pentru materialul termoizolator, iar a doua foaie, cea de la exterior, funcția de izolație hidrofugă, prezintă și calitatea de a fi, împreună cu șarpanta care-l susține, necombustibil, reducînd astfel în mare măsură pericolul de incendiu.

Realizarea acestei construcții, în conformitate cu graficul de realizare și experiența obținută la Scornicești, se face în 30 de zile lucrătoare.

Grajdul pentru 100 de vaci cu lapte este, în principiu, asemănător maternității pentru 50 de scroafe, cu deosebirea că lățimea și lungimea sînt mai mari.

Proiectul întocmit de I.P.I.M.C., în comparație cu soluțiile tradiționale, cu șarpantă de lemn, reduce consumul de material lemnos cu 90% în condițiile unei investiții specifice comparabile și ale unei dublări a duratei normate.

În comparație cu soluțiile folosite în I.A.S. (prefabricate), proiectul propus este de aproape trei ori mai ieftin (227 lei/m² față de cca 600 lei/m²), consumul de oțel este de peste 8 ori mai mic (2,53 kg/m² față de 21 kg/m²), iar consumul de cherestea de 2,6 ori mai redus (0,01 m³/m² față de 0,026 m³/m²).

Realizarea acestei construcții se poate face în 35 de zile lucrătoare fără a folosi utilaje de ridicat.

Pătulul pentru 150 de tone de porumb știuleți este o construcție prefabricată avînd:

— fundații de beton,

— pardoseală din dulapi de beton precomprimat,

— stîlpi de beton precomprimat,

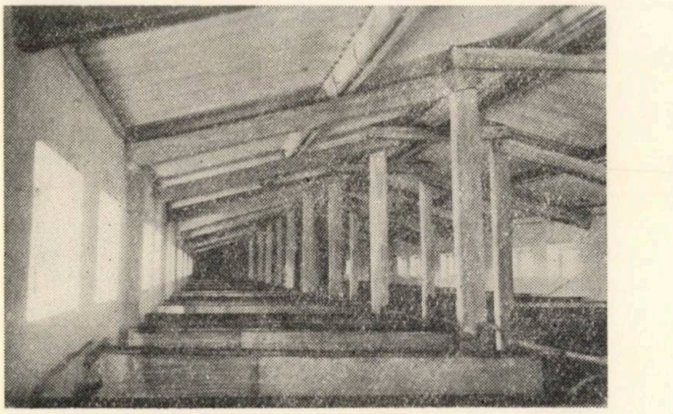
— panouri de închidere din plasă metalică sau șipci pe rame de lemn,

— acoperiș din plăci de azbociment ondulat curb, care sînt fixate pe panourile de închidere din plasă metalică.

Pătulul, ce se poate realiza în 15 zile, folosind 2—4 muncitori, fără a fi necesare utilaje de ridicat, prezintă următoarele avantaje în comparație cu soluția tradițională, din lemn, folosită de U.N.C.A.P.:

— se reduce peste 90% din consumul de lemn (0,007 — 0,03/m³/tonă față de 0,361 m³/tonă);

— durabilitatea normată se dublează (30 de ani față de 15);



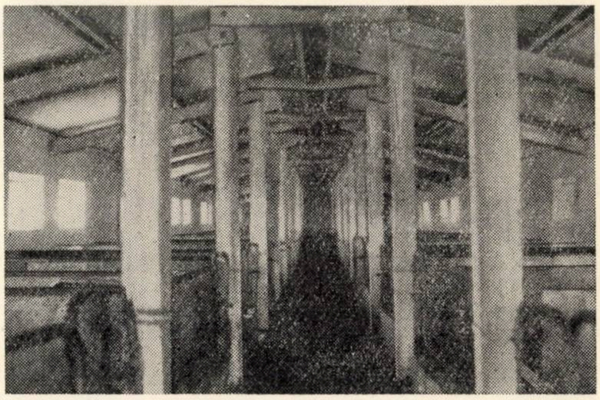


Fig. 6 și 7 — Vederi interioare în maternitatea de scroafe

— investiţia specifică este comparabilă (312 — 392 lei/t faţă de 357 lei/t).

În comparaţie cu soluţia tipizată din beton armat, avantajele noului proiect sînt şi mai pregnante.

Astfel, investiţia specifică se reduce la 37 pînă la 47% (312—397 lei/t faţă de 843 lei/t). Consumul de material lemnos este redus la mai puţin de un sfert (0,007—0,03 m^3/t faţă de 0,125 m^3/t), ca şi consumul de oţel, care, în funcţie de materialul din care sînt realizate panourile de închidere, poate fi redus de la 40,54 kg/tonă la 11,66 kg/tonă în cazul panourilor realizate din rame de lemn şi plasă de sîrmă, sau la 23,91 kg/tonă, în cazul cînd aceste rame sînt metalice.

În concluzia acestei experienţe, pe care o dorim extinsă, considerăm că noile materiale şi elemente de construcţii produse de M.I.M.C., folosite la realizarea unor construcţii în mediul rural, contribuie la mărirea eficienţei acestora prin:

— înlocuirea în mare măsură a materialelor deficitare, şi în primul rînd a masei lemnoase;

— industrializarea construcţiilor de mare serie din mediul rural, cu avantaje directe în scurtarea duratei de execuţie şi creşterea productivităţii pe şantier;

— mărirea durabilităţii construcţiilor şi reducerea cheltuielilor de întreţinere în condiţiile unor costuri iniţiale echivalente;

— folosirea unor elemente prefabricate, produse industrial, de greutate redusă, cu manipulare şi montaj folosind mijloace simple care nu reclamă manoperă de calificare specială sau utilaje de ridicat.

REMEDIEREA DEFECTELOR DE TURNARE ALE BETONULUI prin umplerea golurilor cu mortar sub presiune

În lucrările mari de construcţie este adesea important să se poată turna elemente continue de mari dimensiuni, fără rosturi. Un exemplu îl constituie plăcile platelajelor de poduri. În cursul turnării unui pod peste rîul Göta, Suedia, la decofrare s-au descoperit goluri în intradosul plăcii.

A fost stabilit un program de încercări cu scopul de a cerceta posibilitatea reparării golurilor astfel descoperite. Remedierea urma să fie executată prin umplerea sub presiune a golurilor, cu şi fără aplicarea de adezivi plastici pe suprafaţa de separaţie dintre betonul vechi şi mortarul folosit pentru umplere. Încercările au fost făcute în primăvara şi vara anului 1966.

Cercetarea efectuată s-a conformat, în mare, programului care cuprindea repararea a opt plăci de probă cu defecţiuni de turnare simulate, avînd dimensiunile 250×100×30 cm.

Experimentările au fost completate şi cu încercări preliminare pe alte două plăci de probă. Acestea aveau aceleaşi dimensiuni şi aceeaşi armare, dar au fost executate cu beton cu întărire rapidă.

Rezultatele încercărilor au demonstrat că reparaţiile executate cu adeziv pe bază de polimeri sintetici sînt mult mai rezistente decît cele realizate fără folosirea acestuia.

O serie de încercări au fost efectuate după ce în prealabil se curăţase prin sablare porţiunea deteriorată şi apoi se aplicase adezivul şi mortarul sub presiune. În altă serie de încercări s-a sablat şi apoi s-a efectuat umplerea sub presiune, fără aplicarea prealabilă a adezivului.

Sablarea nu pare să fi adus vreo îmbunătăţire a rezistenţei, în cazul în care s-a aplicat adezivul sintetic, în timp ce, pe de altă parte, pare să fi mărit într-o oarecare măsură adezivitatea între betonul iniţial şi mortarul aplicat fără adeziv.

Rezistenţa medie la întindere, în toate experimentările cu adeziv sintetic, a fost de 15,2 kg/cm^2 (determinată la aparatul de încercare ALPHA) şi de 12,9 kg/cm^2 (la aparatul HILTI).

Cifrele respective pentru injectare fără adeziv au fost de 9,6 kg/cm^2 şi 11,3 kg/cm^2.

În calculul acestor rezistenţe nu au intrat patru încercări care au dat rezistenţe foarte slabe. Cauza acestora pare să fi fost prezenţa unor momente de încovoiere în cilindrii de beton în timpul încercărilor, datorită unei excentricităţi în aplicarea încărcării. În încercările de forfecare s-au obţinut rezistenţe mai mari prin aplicarea adezivului. Rezistenţa medie în aceste cazuri a fost $\tau = 33$ kg/cm^2 şi numai $\tau = 13{,}7$ kg/cm^2 cînd nu s-a utilizat adezivul.

Epruvetele au fost apoi secţionate cu ferăstrăul pentru a se putea examina vizual aderenţa. În cursul acestui control, o seamă de defecţiuni au fost observate, pe intradosul plăcilor de probă, după injectarea cu mortar. Mai multe agregate care stăteau direct pe cofraj nu au fost bine înglobate în beton în timpul operaţiei de injectare. Testele au arătat că vibrarea eficientă dă bune rezultate, lăsînd mai puţine porozităţi în masa betonului.

În acelaşi timp s-au mai făcut investigaţii spre a se vedea ce efect are aplicarea adezivului plastic asupra armăturii. Este greu ca o dată cu aplicarea adezivului pe suprafaţa betonului, o parte din el să nu ajungă pînă la armătură. Cu ajutorul probei de smulgere s-a demonstrat că proprietăţile de aderenţă ale armăturii au fost oarecum reduse (scăderea maximă 33%) din cauza ungerii ei cu adeziv.

În concluzie se poate spune că utilizarea unui adeziv prezintă un avantaj, prin faptul că se măreşte aderenţa între betonul de reparat şi mortarul de umplere, şi un dezavantaj prin necesitatea unei mai stringente supravegheri a procesului de injectare sub presiune, cu scopul de a ne asigura că s-au satisfăcut anumite condiţii privind temperatura la care se aplică adezivul şi durata cît trebuie să stea înainte de umplerea cu mortar. Aceasta dă naştere la dificultăţi. Alt dezavantaj constă în faptul că proprietăţile de aderenţă ale armăturii sînt mai puţin satisfăcătoare. Avantajul executării procedeului fără adeziv este că procesul este mai simplu şi mai demn de încredere. Remedierea porţiunilor cu goluri fără utilizarea unui adeziv plastic este de preferat, cu condiţia ca valorile rezistenţei la tracţiune şi a rezistenţei la forfecare pe faţa interioară dintre betonul original şi mortarul de umplere să fie suficient de ridicate.

După National Swedish Building Research Summaries R 4 : 1970

O NOUĂ REALIZARE PE LINIA INDUSTRIALIZĂRII EXECUŢIEI PĂRŢII DE CONSTRUCŢIE A REŢELELOR DE TERMOFICARE

Ing. Gh. GEORGESCU, ing. O. VOROBCIUC
Institutul „Proiect București"

Permanenta preocupare pentru reducerea consumurilor de materiale şi manoperă şi pentru creşterea industrializării elementelor de construcţie ale reţelelor de termoficare, după tipizarea gabaritelor interioare şi prefabricarea principalelor secţiuni de canal realizate anterior, a dus, tot pe baza tipizării gabaritelor interioare, la elaborarea primului proiect refolosibil pentru cămine utilizate la reţelele de termoficare.

Căminul proiectat, denumit *CI*, are dimensiunile interioare de 2,20 × 2,20 × 1,90 m. Aceste dimensiuni au rezultat a fi optime în cazul unui cămin pentru reţele de termoficare alcătuite din două conducte cu *Dn* 80—300 mm pe reţeaua principală, prevăzute cu vane, compensatori, goliri, aerisiri şi racorduri pe unul sau ambele sensuri ale direcţiei perpendiculare pe reţeaua principală.

Căminul *CI* s-a proiectat în două variante :

1. — Varianta *total prefabricat*, în care toate elementele principale ale structurii căminului — placa de acoperire, elementul spaţial al pereţilor,

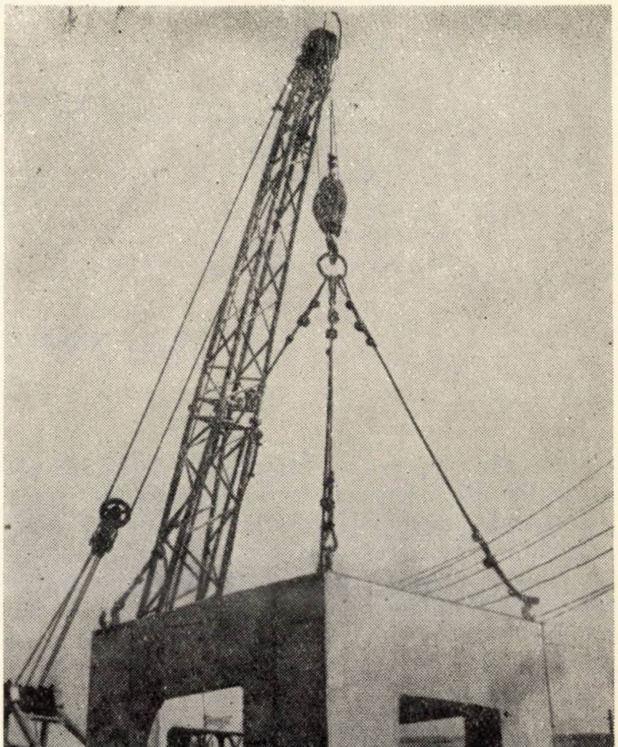


Fig. 1 — Element spaţial prefabricat pentru cămin *CI* ridicat şi transportat cu mijloace avînd o capacitate de 5 t

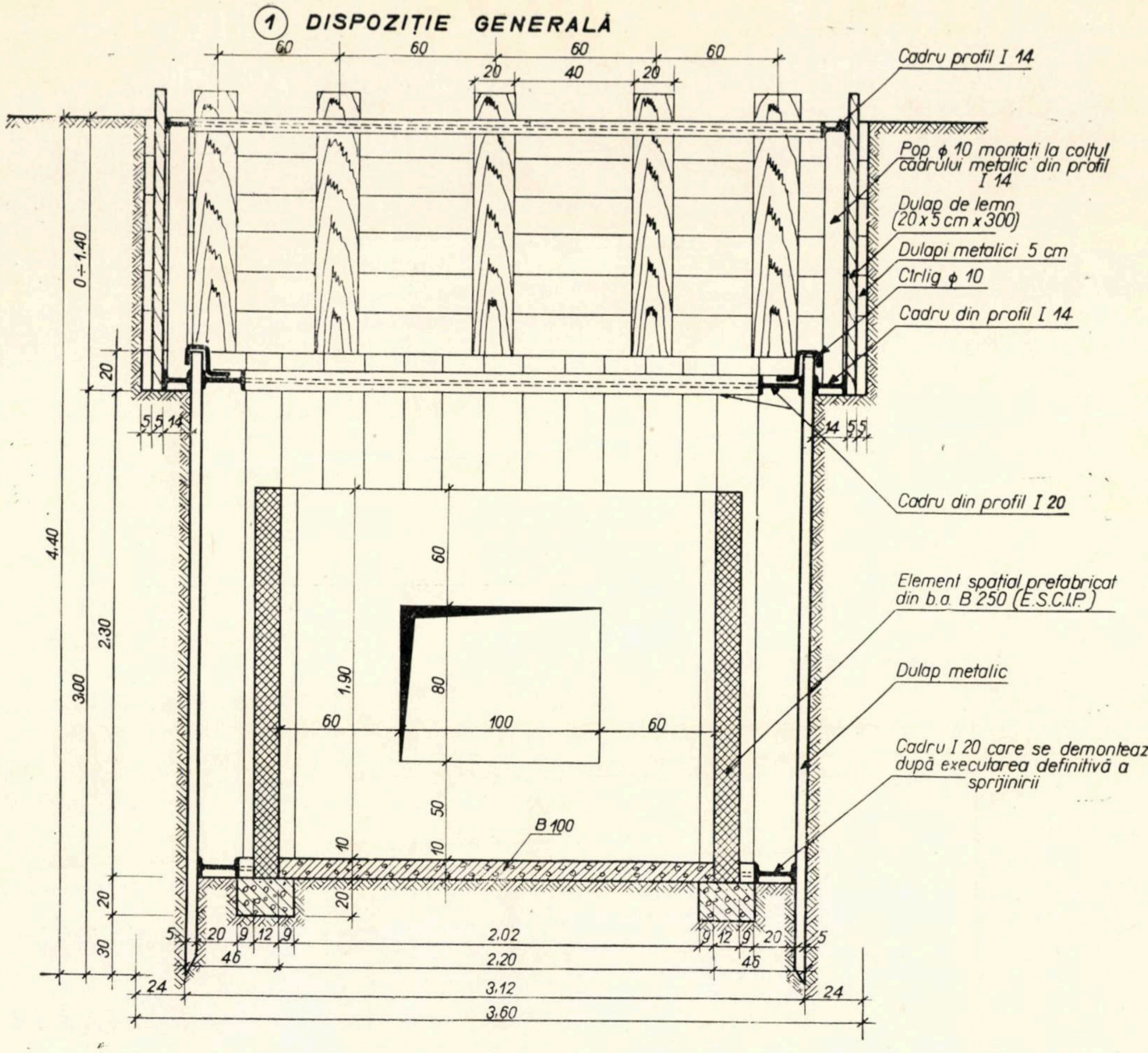


Fig. 2 – Dispoziția generală în timpul execuției

elementele pentru realizarea coșurilor de acces, precum și elementele pentru închiderea golurilor din pereți — sînt realizate din beton armat prefabricat. Elementul spațial, cu pereții groși de 12 cm, prefabricat din beton B 250, are o greutate de 4,75 t, ce a rezultat din condițiile de utilizare a unor mijloace de transport și montaj uzuale, cu o capacitate de 5 t, care oferă mobilitate și viteză de deplasare.

2. — Varianta *parțial prefabricat*, în care, în afara elementului spațial al pereților, groși de 20 cm, care se execută din beton simplu cu armătură de siguranță, din beton B 200 turnat monolit direct pe locul de amplasare, restul elementelor structurii căminului sînt realizate din beton armat prefabricat, identice cu cele de la varianta *total prefabricat.*

Această variantă s-a prevăzut pentru cazurile în care nu se poate procura în timp util elementul spațial prefabricat sau cînd locul de amplasare nu permite accesul sau manevra mijloacelor de transport sau montaj.

În ambele variante, elementele spațiale ale pereților pot fi utilizate, indiferent de zonă (spații verzi sau carosabil greu), la o acoperire cu pămînt de la 0,30 la 1,60 m peste placă, limitele acoperirii fiind în concordanță cu cele prevăzute pentru canalele de termoficare. În pereții elementelor spațiale sînt prevăzute goluri pentru trecerea conductelor principale și a racordurilor. Pentru astuparea golurilor ce nu sînt necesare s-au proiectat plăci prefabricate din beton simplu cu armătură de siguranță.

Rezemarea elementelor spațiale ale pereților, în ambele variante, se face pe o fundație (talpă) de 0,30 × 0,20 m, din beton simplu monolit B 100.

Radierul de beton armat, ce se utilizează în prezent, a fost înlocuit printr-o pardoseală de 10 cm grosime de beton simplu B 100 turnat monolit, pentru terenuri normale, şi din acelaşi beton, dar cu o armătură de siguranţă ($\mu = 0{,}5^0/_{00}$) pentru terenuri macroporice.

Acoperirea elementului spaţial al pereţilor căminului se face, în ambele variante, cu o placă prefabricată de beton armat B 250, prevăzută cu praguri. Placa s-a proiectat în două tipuri:

— uşor (PCIU), cu grosimea de 16 cm, pentru spaţii verzi sau carosabil uşor şi o acoperire de pămînt de la 0,30 m la 1,60 m;

— greu (PCIG), cu grosimea de 20 cm, pentru carosabil greu şi o acoperire de pămînt de la 0,40 m la 1,60 m.

Pentru acces în cămin s-au prevăzut două coşuri realizate din cadre (inele) prefabricate din beton simplu cu armătură de siguranţă, avînd înălţimea în două variante (0,20 m şi 0,60 m) asamblate prin suprapunere.

La elaborarea proiectului s-au introdus o serie de elemente noi, care au dus la reducerea indicilor tehnico-economici, şi anume:

— s-a renunţat la radierul legat monolit de pereţi, soluţie care duce la eliminarea radierului de beton armat cu un consum apreciabil de oţel;

— s-a prevăzut ca eventualul punct (reazem) fix pentru conducte să se amplaseze în canal şi nu în peretele căminului, ceea ce a dus la reducerea eforturilor în pereţii căminului şi, în general, la o rezolvare mult mai eficientă din toate punctele de vedere;

— s-a proiectat un sistem de sprijinire a săpăturilor din elemente metalice de inventar (dulapi şi cadre) care reduce la minimum consumul de material lemnos şi permite montarea elementului spaţial prefabricat cu o automacara uzuală de 5 t.

Faţă de situaţia actuală, cînd căminele reţelelor de termoficare se proiectează numai din beton armat monolit, noul cămin *CI* prezintă multe avantaje, care rezultă şi din tabela

② SECȚIUNEA 1-1

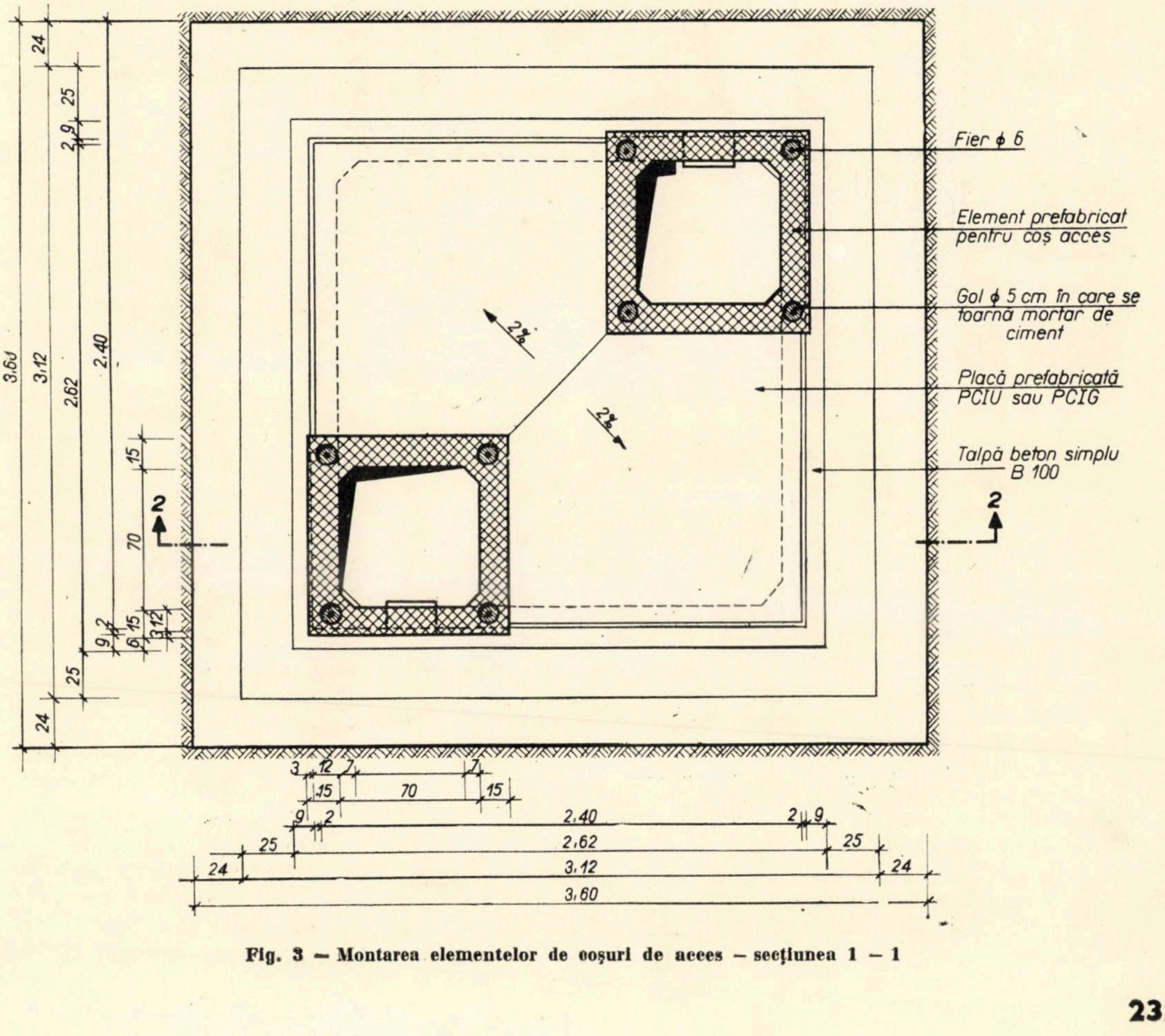


Fig. 3 — Montarea elementelor de coşuri de acces — secţiunea 1 — 1

Consum de	UM	Cămin folosit pînă în prezent cu punct fix în perete. Cantități	CĂMIN *CI* total prefabricat				parțial prefabricat			
			Cu punct fix în canal		Fără punct fix		Cu punct fix în canal		Fără punct fix	
			Cantit.	Redus	Cantit.	Redus	Cantit.	Redus	Cantit.	Redus
BETON ARMAT	m^3	8,920	5,375	39,7%	4,105	54%	6,715	24,8%	5,445	39%
BETON (TOTAL)	m^3	9,260	6,935	25%	5,665	38,4%	8,275	10,7%	7,000	24,4%
OȚEL-BETON	kg	496,0	369	25,6%	305	38,5%	337	32%	283	43%
LEMN	m^3	0,278	0,026	90,5%	0,022	92,2%	0,054	80,4%	0,050	82%
MANOPERĂ	ore	255,0	65	73,4%	52	79,6%	133	47,8%	118	53,6%
GRAD PREFABRICARE	—	0	76,5%		100%		32,8%		40,5%	
COST STRUCTURĂ	—	100%	CREȘTE CU 7,65%				SCADE CU 11,65%			

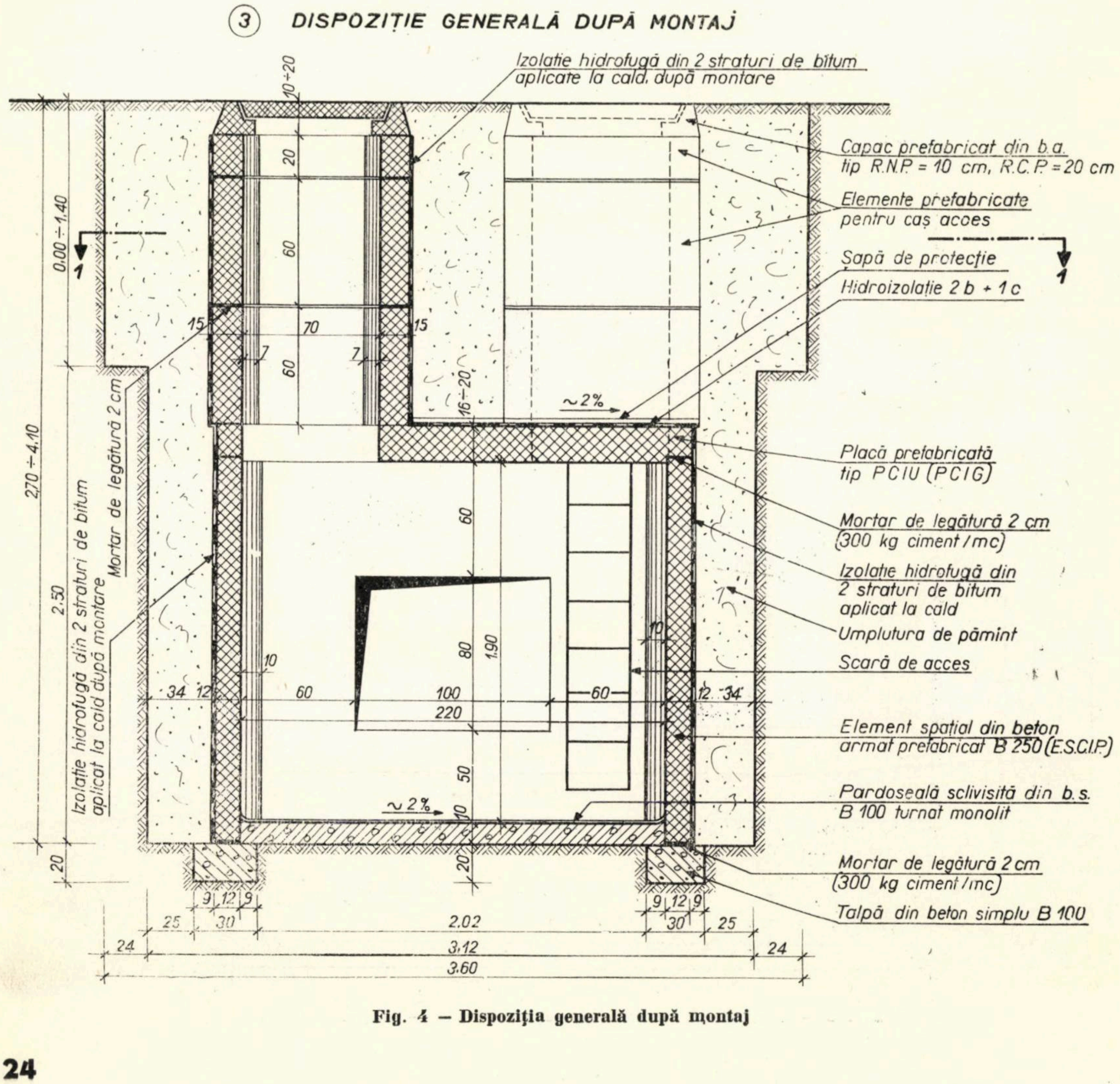


Fig. 4 — Dispoziția generală după montaj

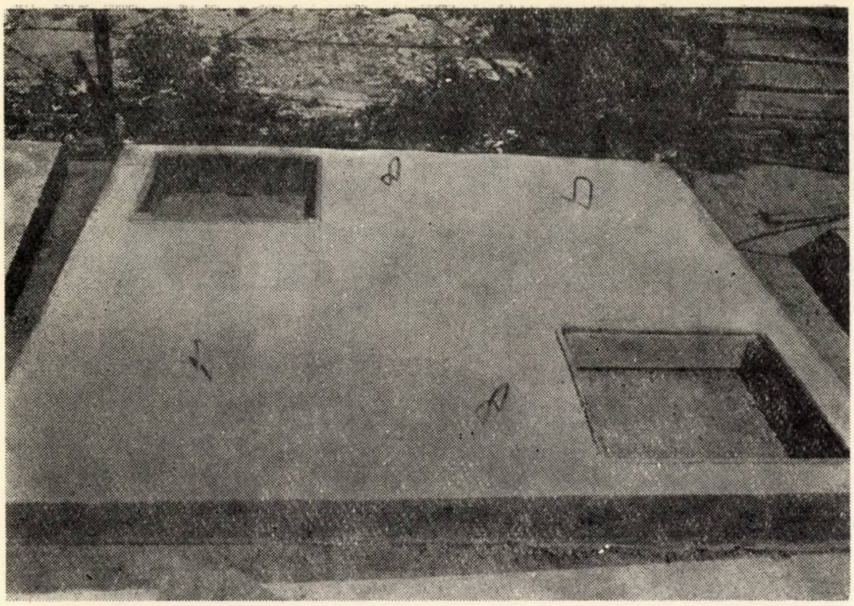
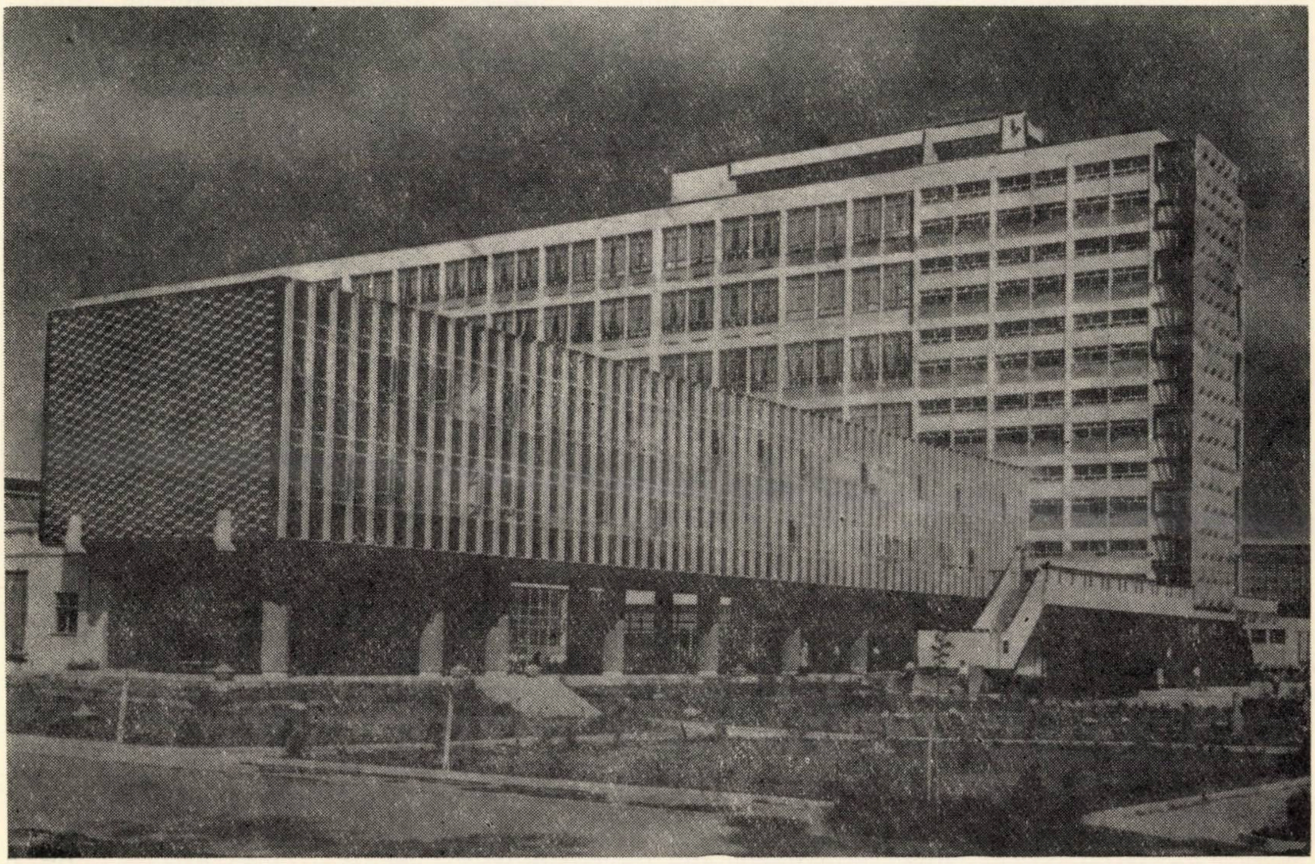


Fig. 5 — Placă prefabricată pentru acoperirea elementului spațial

cu indicii tehnico-economici caracteristici.

Din tabelă rezultă că scopul urmărit, reducerea consumurilor de materiale deficitare și de manoperă, precum și creșterea gradului de prefabricare și industrializare a lucrărilor, a fost atins prin proiectul refolosibil al căminului *CI*.

Un prototip al căminului *CI* a fost executat și montat în varianta *total prefabricat* (fig. 1 — 5) și, ca urmare a rezultatelor bune obținute, s-a trecut la utilizarea lui pe scară largă în proiectele pentru rețelele de termoficare și în unele proiecte pentru rețele termice de cvartal elaborate de Institutul „Proiect București".



Fabrica de confecții Craiova

POSIBILITĂȚI DE UTILIZARE A PÎNZELOR SUBȚIRI PENTRU REALIZAREA FUNDAȚIILOR

Ing. GHEORGHE MOMANU
Institutul politehnic Galați

Betonul armat a permis realizarea unor noi forme constructive, specifice acestui material, dintre care structurile alcătuite din pînze subțiri sînt, fără îndoială, cele mai remarcabile.

Aceste structuri au găsit destul de repede o mare răspîndire, fiind aproape universal acceptate ca acoperișuri, deoarece :

— permit acoperirea de mari suprafețe fără reazeme intermediare, ceea ce duce la o mare mobilitate a compartimentării și funcționalității spațiilor acoperite ;

— răspunzînd din toate punctele de vedere legilor echilibrului, ele se realizează utilizînd o mică cantitate de material, în raport cu alte structuri, ceea ce le conferă un remarcabil caracter economic ;

— oferă constructorilor posibilitatea de a concepe edificii de o mare spectaculozitate, care se integrează în realizările artelor moderne.

Totuși, potențialul acestor structuri se dovedește a nu fi încă suficient utilizat la realizarea fundațiilor, cu toate că în această situație pînzele subțiri se bucură de avantaje, deloc neglijabile, comparativ cu situația cînd sînt utilizate ca acoperișuri, și anume ;

— nu necesită eșafodaje și cofraje, care impun folosirea, cu un mare coeficient de uzură, a însemnate cantități de material lemnos ;

— sînt supuse la sarcini repartizate (presiunea terenului), ceea ce duce la o distribuire favorabilă a eforturilor în pînzele-fundații, comparativ cu distribuția datorită sarcinilor concentrate ce pot fi întîlnite în cazul pînzelor-acoperiș ;

— pînzele-fundații executîndu-se subteran, la adîncimi suficient de mari, nu sînt supuse variațiilor de temperatură cu efect alternant, ce cauzează dificultăți în exploatarea pînzelor-acoperiș ;

— fundațiile de acest tip, avînd o elasticitate mare, pot fi utilizate în terenuri cu structură neuniformă și mai ales cu slabă capacitate portantă, chiar atunci cînd sarcinile sînt mobile și diferite ca valoare de la stîlp la stîlp [12], [19] ;

— forma lor poate fi obținută cu suficientă ușurință prin modelarea directă a terenului de fundație sau a unui strat de mortar ce formează și stratul de egalizare ;

— fundațiile de acest tip au o greutate proprie mult mai mică, comparativ cu fundațiile clasice, deci capacitatea portantă a terenului poate fi folosită în mai mare măsură pentru preluarea sarcinilor utile ;

— eforturile în beton la aceste fundații sînt mult inferioare acelora din fundațiile obișnuite, solicitate la încovoiere ;

— fisurile care apar sînt mici, deci posibilitatea de corodare a armăturilor este redusă, ceea ce duce implicit la menținerea calităților în timp și la siguranță în exploatare ;

— fenomenele de pierdere a stabilității sînt mai puțin probabil a se produce, în comparație cu pînzele-acoperiș ;

— pot lucra pînă în domeniul plastic, deoarece eventualele zone de plasticizare care apar, dar nu duc la pierderea capacității portante sau a stabilității construcției, nu influențează asupra aspectului estetic, așa cum se întîmplă în cazul pînzelor-acoperiș.

Există totuși o reținere din partea constructorilor de a utiliza mai frecvent aceste noi

forme constructive pentru fundații. Această reținere este motivată de:

— lipsa de experiență în proiectarea și executarea fundațiilor de acest tip;*

— sarcinile mari care încarcă pînzele-fundații, comparativ cu pînzele-acoperiș. Dacă se presupune că presiunea efectivă pe un teren cu slabă capacitate portantă, la care ar fi indicată utilizarea fundațiilor din pînze subțiri, este $p = 0{,}6$ kg/cm^2, încărcarea pînzei este de 6 000 kg/m^2, ceea ce reprezintă de cca 10 ori mărimea sarcinilor la care în mod obișnuit sînt supuse pînzele-acoperiș;

— abordarea, din punct de vedere matematic, a calculului stării de eforturi în pînzele-fundații este foarte dificilă deoarece sarcinile sînt funcții de deplasările (săgețile) pînzei, iar valorile sporite ale sarcinilor duc la grosimi de pînze mari față de pînzele-acoperiș, ceea ce influențează asupra eforturilor de membrană, efectul de încovoiere avînd un caracter mai puțin localizat și cu o mai slabă amortizare;

— costul manoperei necesare realizării fundațiilor din pînze este mai mare decît în cazul fundațiilor tradiționale, deși în final economia de material ce se realizează acoperă și depășește costul suplimentar al manoperei, rezultînd chiar economii pe ansamblul fundației. În [19] se arată că prin aplicarea soluției de fundare pe pînze cilindrice a rezultat un cost de 72% față de soluția de fundare pe radier și de 55% față de soluția de fundare pe piloți, iar în [7], la soluția de fundare pe pînze prismatice a rezultat un cost de 69% față de soluția de fundare pe radier;

— modul de repartiție a presiunilor pe pînza-fundație, datorită elasticității și curburii pînzei, este încă insuficient cunoscut.

★

Pînzele subțiri pot fi utilizate pentru realizarea tuturor tipurilor de fundații directe: izolate, continue, de tip rețea, radier, precum și pentru funduri de rezervoare, ancoraje etc., acolo unde se dovedesc a avea o comportare mai bună decît fundațiile obișnuite și sînt totodată avantajoase din punct de vedere economic și al execuției.

I. Fundații izolate

Fundațiile izolate se realizează în mod obișnuit sub formă de blocuri sau de dale elastice ce lucrează la încovoiere.

Aceste fundații pot fi realizate, cu substanțiale avantaje în ceea ce privește economia de material, utilizînd pînzele subțiri. Astfel, pentru fundațiile stîlpilor pot fi utilizate pînze în formă de: hiperboloizi parabolici fără nervuri de rigidizare (fig. 1) sau cu nervuri de rigidizare (fig. 2); piramide (fig. 3); suprafețe de rotație de tipul conului (fig. 4, 5, 6) sau al hiperboloidului (fig. 7), atît pentru sarcini centrice, cît și pentru cazul cînd pe lîngă sarcină acționează și momente încovoietoare.

În situația existenței momentelor încovoietoare, paraboloizii hiperbolici și piramidele pot avea în plan forme dreptunghiulare, iar conurile pot fi de formă eliptică. În toate aceste cazuri, axele mari vor fi dirijate în sensul acțiunii momentului maxim, iar mărimea axelor va fi stabilită funcție de importanța momentelor pe cele două direcții.

Conurile pot fi dispuse cu vîrful în sus (fig. 4, 6), fiind solicitate la eforturi de compresiune după direcția generatoarelor și la eforturi inelare de întindere, sau cu vîrful în jos (fig. 5), și atunci vor fi solicitate la eforturi inelare de compresiune și la eforturi de întindere după direcția generatoarelor.

Pentru construcțiile de tip turn, formele de pînze cele mai indicate pentru a fi utilizate ca fundații sînt trunchiurile de con (fig. 8) sau combinații de trunchiuri de con (fig. 9) [10].

În toate aceste cazuri pînzele-fundații pot fi prevăzute cu elemente de margini rigide, formînd inele (fig. 6, 7) sau cadre, și, dacă este necesar, aceste elemente marginale pot fi pretensionate [8].

*** REALIZĂRI ÎN UTILIZAREA PÎNZELOR SUBȚIRI CA FUNDAȚII**

Primul care a folosit pînzele subțiri ca fundație a fost Felix Candela. În anul 1953, la execuția clădirii Mexico City Customs House, datorită slabei rezistențe a terenului de fundare, a avut interesanta idee de a folosi ca elemente de fundație suprafețe în formă de hiperboloid parabolic (umbrelă întoarsă). Soluția a fost apoi utilizată și pentru execuția fundațiilor altor clădiri din Mexico City, unde, datorită slabei capacități portante a terenului, clădirile cu fundații obișnuite au suferit importante tasări. Pentru unele clădiri, Felix Candela a folosit și fundații în formă de piramidă [14].

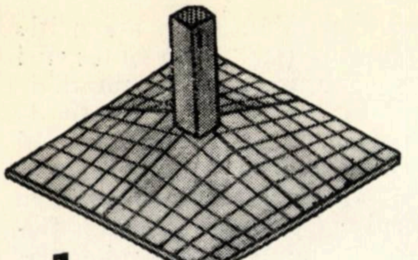
Ideea a avut succes, ea fiind adoptată la realizarea fundațiilor unei clădiri cu 24 etaje la Havana (pînze prismatice) [7] și ale unui castel de apă (pînză conică) [4] tot în Cuba.

Soluția de fundare a fost preluată de inginerii indieni, care au realizat fundații din pînze în formă de hiperboloizi parabolici pentru o clădire din Mombassa (Kenya) [12] și fundații din pînze cilindrice pentru o fabrică de drojdie de bere la Konnagar-Calcutta [19]. Mai tîrziu, soluția de fundare pe pînze subțiri a fost utilizată la o serie de clădiri de locuit din orașul Madras.

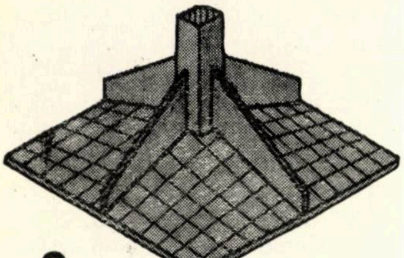
Nici inginerii europeni nu s-au lăsat greu convinși de avantajele acestui sistem de fundare și au trecut la utilizarea lui. Astfel, în Cehoslovacia, pentru o clădire cu ziduri portante au fost întrebuințate fundații din pînze cilindrice [14]; în Ungaria pînzele subțiri au fost întrebuințate pentru consolidarea fundațiilor unor clădiri existente și pentru realizarea grinzii de rulare a unei macarale portuare de 10 t, presiunea admisibilă a terenului fiind de 0,2 — 0,5 kg/cm^2 [5].

O remarcabilă întrebuințare a fundațiilor din pînze subțiri își găsește aplicabilitatea la realizarea rezervoarelor și a construcțiilor în formă de turn (turnuri de radio și televiziune, coșuri de fum, castele de apă etc.). Demne de remarcat sînt fundațiile din pînze în formă de trunchi de con utilizate pentru turnurile de televiziune și radio din Stuttgart, Dresda, Hamburg, Honovra (proiectate de prof. Leonhard și Rühle) [10], precum și fundația noului turn de televiziune din Moscova.

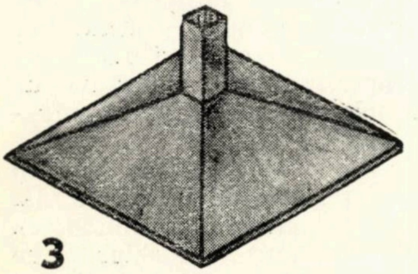
În țara noastră, pînzele subțiri au fost utilizate ca fundații numai într-un singur caz (la cantina Institutului politehnic Iași), unde, pentru fundațiile izolate, prefabricate, ale stîlpilor au fost folosite pînze în formă de hiperboloizi parabolici avînd grinzile marginale precomprimate [8]. De altfel, și literatura noastră tehnică a publicat pînă acum puține date relativ la fundațiile din pînze subțiri



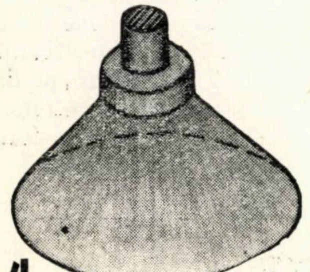
1



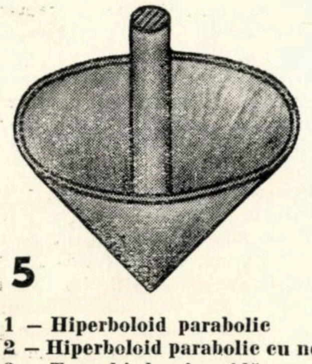
2



3



4



5

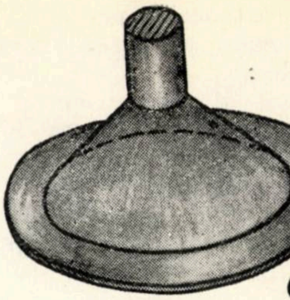
Fig. 1 — Hiperboloid parabolic
Fig. 2 — Hiperboloid parabolic cu nervuri
Fig. 3 — Trunchi de piramidă
Fig. 4 — Con
Fig. 5 — Con întors

II. Fundații continue

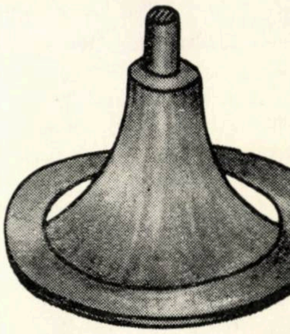
Fundațiile continue se întîlnesc la ziduri, șiruri de stîlpi (cînd distanțele dintre marginile alăturate ale fundațiilor izolate rezultă foarte apropiate) și la grinzile de rulare ale macaralelor portuare de mare capacitate [5].

Utilizînd mai bine calitățile materialului, fundațiile elastice pentru ziduri și grinzi de rulare pot fi executate din pînze cilindrice sau de alte forme, rezemate pe trei laturi, o latură formînd-o zidul (grinda), iar celelalte două fiind nervuri (fig. 10).

Cu și mai multă eficacitate, însă, poate fi folosit acest tip de fundații în cazul șirurilor de stîlpi. Formele apte a fi folosite în această situație sînt multiple, imaginația găsindu-și aici un larg cîmp de afirmare, și anume: hiperboloizi parabolici [12], (fig. 11); structură [1] compusă dintr-un arc parabolic și din două pînze în formă de conoid parabolic (fig. 12) sau cu pînza dintr-un cilindru parabolic de aceeași formă ca și arcul care leagă stîlpii (fig. 13). În cazul ultim, tăind cilindrul parabolic cu un plan orizontal avînd cota adîncimii maxime de fundare, se obține o pînză ce are în plan o suprafață mai mare în apropierea stîlpilor și mai mică pe porțiunea dintre stîlpi, ceea ce face ca o mare parte din reacțiunea terenului să fie transmisă în apropiere de stîlpi, cu efecte foarte avantajoase. Configurația în plan a acestei suprafețe este cu atît mai remarcabilă cu cît se știe că, chiar cînd pînza are lățime constantă pe distanța dintre stîlpi, datorită elasticității, ea se încarcă neuniform, și anume mai mult în apropierea stîlpilor și mai puțin în rest. Pînzele prismatice pot fi de asemenea utilizate pentru realizarea fundațiilor sub șiruri de stîlpi (fig. 14).

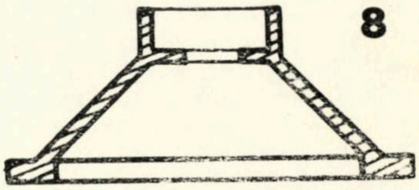


6

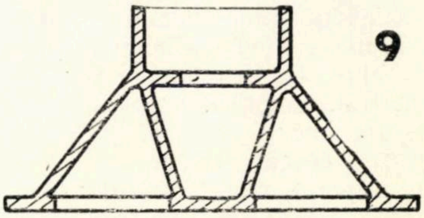


7

Fig. 6 — Con cu inel de rigidizare
Fig. 7 — Hiperboloid de rotație cu inel de rigidizare



8



9

Fig. 8 — Con de rotație (turnul de televiziune din Hanovra, R.F.G.)
Fig. 9 — Combinație de conuri (turnul de televiziune din Stuttgart, R.F.G.)

Fig. 10 — Pînze cilindrice cu nervuri

Dacă stîlpii sînt dispuşi în plan după o circumferinţă (caz obişnuit la castelele de apă) sau după o elipsă, pot fi utilizate fundaţii-pînze alcătuite din două trunchiuri de con [1], unul dirijat cu vîrful în jos şi celălalt cu vîrful în sus, stîlpii fiind dispuşi după curba de intersecţie dintre cele două conuri (fig. 15).

III. Fundaţii-reţele

Fundaţiile-reţele (grătar) se folosesc în cazul construcţiilor a căror structură de rezistenţă este formată din cadre şi rezultă o suprafaţă mare pentru fundaţie, iar prin soluţia cu tălpi pe o singură direcţie ar fi necesare lăţimi mari pentru tălpi.

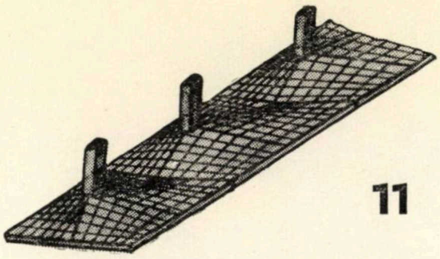
Pentru fundaţiile-reţele pot fi folosite aceleaşi tipuri de pînze văzute la fundaţiile sub şiruri de stîlpi, dispuse însă pe ambele direcţii (fig. 12, 13). Pot fi utilizate de asemenea pînze cu dublă curbură, în formă de cupole, avînd porţiunile centrale eliminate prin practicarea unor goluri de formă dreptunghiulară, pătrată, eliptică sau circulară (fig. 16).

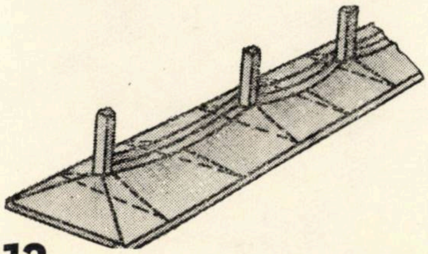
Arcele sau grinzile de legătură dintre stîlpi pot fi eliminate prin utilizarea pînzelor prismatice (fig. 17).

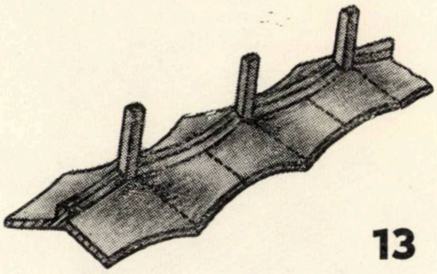
La fundaţiile-reţele din pînze subţiri, o serie de probleme suplimentare se pun în zonele de intersecţie a pînzelor (în apropierea stîlpilor). Aceste zone trebuie să facă obiectul unei atenţii speciale, atît în privinţa stabilirii stării de eforturi şi deformaţii, cît şi în privinţa detaliilor constructive de execuţie.

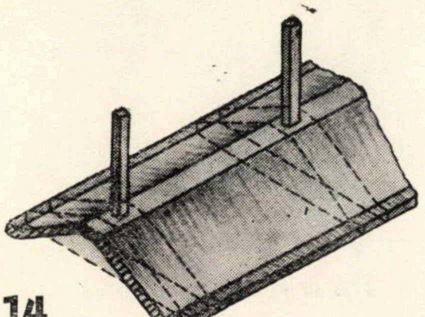
IV. Fundaţii-radier

Fundaţiile de tip radier se impun a fi folosite în cazul sarcinilor relativ mari care trebuie transmise la terenuri cu slabă capacitate portantă şi structură neomogenă. Radierul-plan, ale cărui elemente sînt solicitate cu preponderenţă la încovoiere, nu poate utiliza în mod judicios calităţile betonului şi ale betonului armat. Este deci raţional să se caute forme constructive care prin modul lor de lucru să exploateze din plin calităţile


11


12


13


14

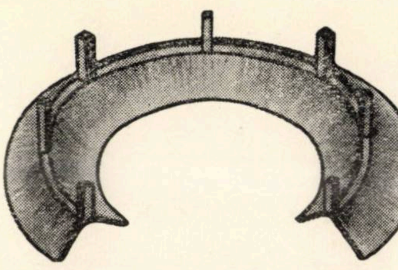
15


Fig. 11 – Hiperboloizi parabolici
Fig. 12 – Conoizi parabolici
Fig. 13 – Cilindri parabolici
Fig. 14 – Pînză prismatică
Fig. 15 – Trunchiuri de con

materialelor folosite. Pînzele subţiri sînt tocmai aceste forme constructive, şi în cazul radierelor se pun în evidenţă, mai mult decît în oricare altă situaţie avantajele pe care le oferă cînd sînt utilizate pentru realizarea fundaţiilor.

Ca radiere pot fi utilizate pînze cu dublă curbură, cu simplă curbură şi pînze prismatice.

Pînzele de rotaţie cum sînt calota sferică, elipsoidul, paraboloidul etc., pot fi utilizate pentru realizarea rezervoarelor (fig. 18).

Pentru fundaţiile clădirilor cu structura de rezistenţă din cadre pot fi utilizate pînze cu dublă curbură sub formă de suprafeţe de translaţie circulare sau de paraboloid eliptic [1], care reazemă pe arcele sau grinzile de legătură dintre stîlpi (fig. 19).

Atît pentru construcţiile în cadre, cît şi pentru cele pe ziduri portante sau diafragme pot fi folosite fundaţii-pînze cu simplă curbură, cum sînt cilindrii cu diverse tipuri de directoare (arc de cerc, elipsă, parabolă etc.) şi pînze prismatice.

Aceste pînze pot fi concepute a fi rezemate pe laturile lungi (fig. 20) sau ca pînze continue pe mai multe reazeme formate din grinzile ce leagă stîlpii pe o direcţie sau din grinzi pline ori cu zăbrele special construite în acest scop (fig. 21, 22).

★

Din cele de mai sus rezultă că pînzele subţiri ar putea fi utilizate ca fundaţii în multiple situaţii, cu mari avantaje economice, realizîndu-se aceeaşi siguranţă în funcţionare ca şi în cazul sistemelor tradiţionale de fundare. Pentru aceasta însă este necesar ca particularităţile pînzelor subţiri utilizate ca fundaţii să fie studiate teoretic şi experimental, căci din momentul în care modul lor de comportare va fi pe deplin elucidat, va fi învinsă teama care stăpîneşte deocamdată atît pe proiectant, cît şi pe constructor în utilizarea lor.

Studiul pînzelor subţiri utilizate ca fundaţii ar trebui să ducă la clarificarea următoarelor probleme :

— modul de repartiţie a presiunilor pe pînzele-fundaţii ;

— starea de eforturi în pînzele-fundaţii, ţinînd seama că ea trebuie să difere de a pînzelor-acoperiş de aceeaşi formă încărcate

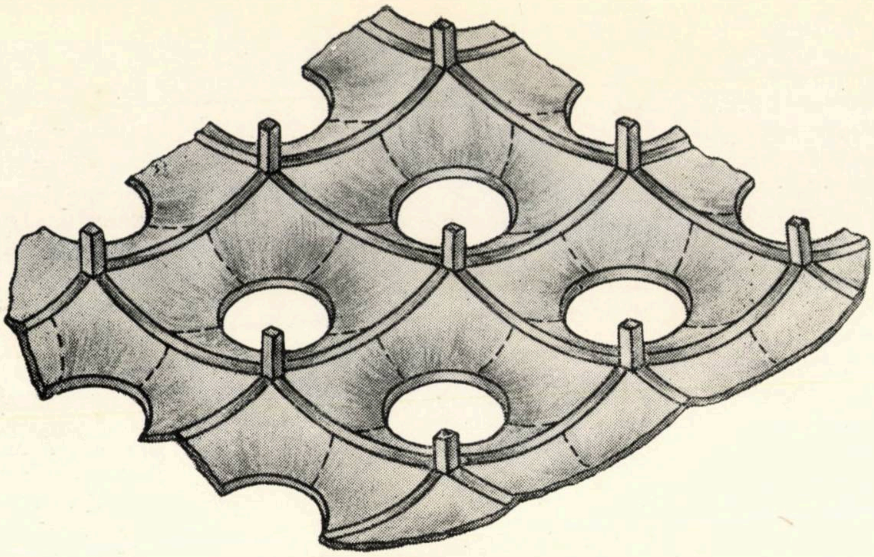


Fig. 16 – Suprafețe cu dublă curbură cu goluri centrale

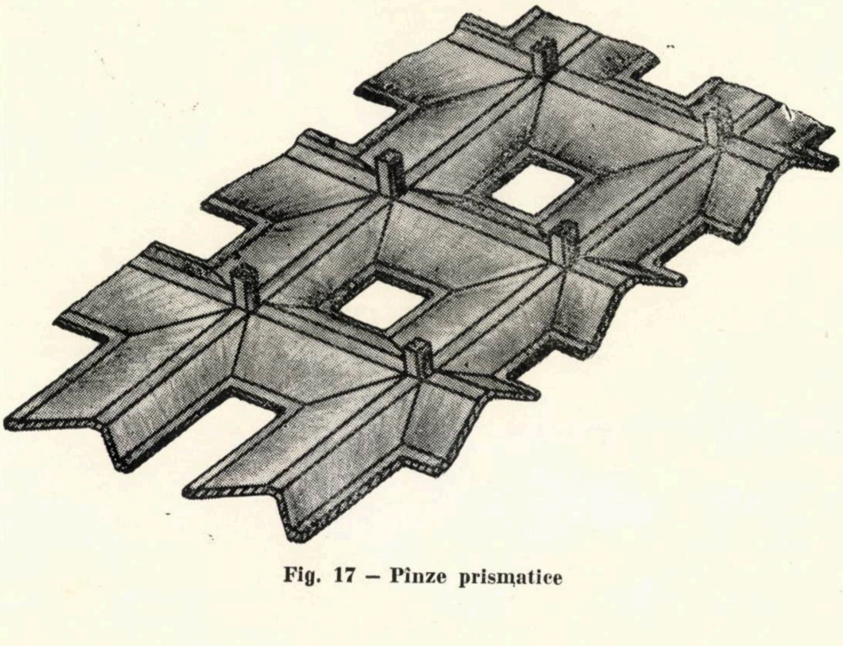
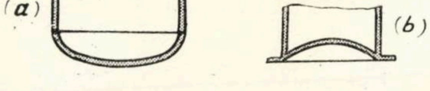


Fig. 17 – Pînze prismatice

18



19

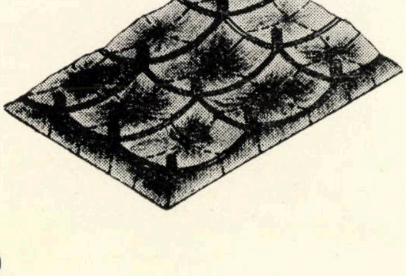
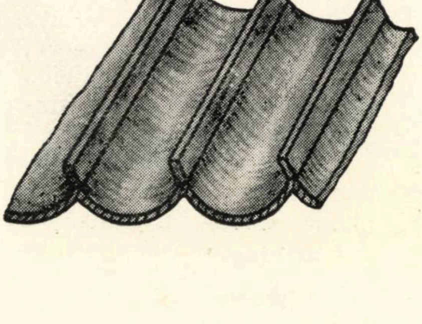


Fig. 18 – a) Elipsoid ; b) sferă
Fig. 19 – Hiperboloizi eliptici
Fig. 20 – Pînze cilindrice rezemate pe laturile lungi

20



cu sarcini obişnuite (greutate proprie, zăpadă), atît datorită caracterului sarcinilor care le acţionează (sarcini ce sînt funcţie de deplasări, $p = kw$, w fiind săgeata pînzei), cît şi valorilor mari ale acestor sarcini ce impun pentru pînzele-fundaţii grosimi mai mari decît cele obişnuite pentru pînzele-acoperiş. Grosimea mare a pînzei influenţează defavorabil asupra eforturilor de membrană şi deci efectul de încovoiere local poate să se facă simţit pe zone mai întinse decît la pînzele-acoperiş;

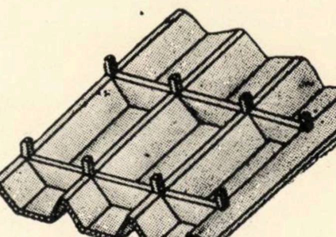
— modul de conlucrare dintre structurile clădirilor şi fundaţiile-pînze;

— stabilirea unor procedee de calcul pentru proiectare, care să fie simple, acoperitoare şi să nu necesite un volum sporit de calcule în comparaţie cu fundaţiile obişnuite;

— stabilirea procesului tehnologic şi a detaliilor constructive de execuţie pentru tipurile de pînze-fundaţii mai frecvent utilizate.

Pentru rezolvarea acestor probleme, precum şi pentru stabilirea capacităţii portante şi a mecanismelor de rupere sub sarcini centrice şi excentrice, pînzele-fundaţii au făcut, în mai multe ţări, obiectul unor cercetări teoretice şi experimentale destul de recente [2], [3], [6], [9], [10]. [11], [13], [17], [18]. Numărul mare de lucrări publicate pe această temă în ultimii ani arată încă o dată că, datorită avantajelor pe care le au, pînzele subţiri îşi vor găsi, în curînd, o utilizare tot mai largă în realizarea fundaţiilor, ca şi în domeniul acoperişurilor.

21



22

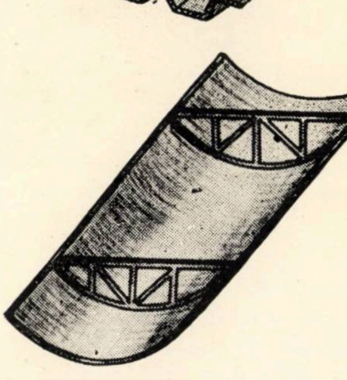


Fig. 21 – Pînze prismatice rezemate pe grinzi pline
Fig. 22 – Pînză cilindrică rezemată pe grinzi cu zăbrele

Bibliografie

[1] Bölcskei E.: *Application des structures en voile mince dans les fondations*. Beton armé nr. 35, 1961.

[2] Ermakov A. K.: *Issledovanie proc' nosti koniceskih obolocek na modeliah*. Beton i jelezobeton, nr. 11, 1969

[3] Kaimal S.S.: *Hyperbolic-paraboloidal shells as foundations*. Concrete, nr. 5, 1969.

[4] Hernandez Perez J. E., Rubiera R. J.: *Deposito Elevado Totalmente Laminar*. Ingenieria Civil, nr. 12, 1968, Havana.

[5] Korda J. ş.a.: *Hejszerkezetü darupalya*. Maghyar Epitöipar, nr. 2, 1962.

[6] Leicester R., Mossey P.C.: *Essais d'une couverture et d'une semelle en béton de petites dimensions constituées par des paraboloïdes hiperboliques minces*. Béton armé, nr. 49, 1963.

[7] Martin I., Ruiz S.: *Folded Plate Raft Foundation for a 24-Story Building*. Journal of the American Concrete Institute, nr. 2, vol. 31, 1959.

[8] Mihul A., Mihai C.: *Fundaţii de tip hipar*. Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţie, nr. 5, 1969.

[9] Nicholls R. L., Izadi V. M.: *Design and testing of cone and hypar footings*. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division Proceedings ASCE, SM 1, January, 1968.

[10] Rühle H.: *Die Kegelstumpfschale als Fundamentkörper hoher Türme und Schornsteine*. Bauplanung-Bautechnik, nr. 2, 1967.

[11] Sollazzo A.: *Il calcolo della cupola sferica rovescia su appoggio elastico continuo*. Tehnica italiana, nr.4, 1967.

[12] Sondhi R. J., Patel N. M.: *Hyperbolic paraboloidical shell footings for a building in Mombassa-Kenya*. The Indian Concrete Journal, vol. 35, nr. 6, 1961.

[13] Tetior A. N.: *Issledovanie fundamenta-oboloc'ki poliarizaţionno-opticeskim metodom*. Osnovania, fundamentî i mehanika gruntov, nr. 1, 1968.

[14] Tetior A.N.: *Jelezobetonnîe obolovc' ki v kacestve fundamentov*. Osnovania, fundamentî i mehanika, nr. 1,1968.

[15] Tetior A. N.: *Fundamentî-oboloc'ki dlia promîşlennîh zdanii*. Promîşlennoe stroitelstvo, nr. 3,1968

[16] Tetior A. N.: *Fundamentî-oboloc'ki dlia soorujenii başennevo tipa*. Promîşlennoe stroitelstvo, nr. 12, 1968.

[17] Tetior A. N.: *K rasciotu fundamentov-obolocek v stadii razruşenia*. Stroitelnaia mehanika i rasciot soorujenii, nr. 1,1970.

[18] Varghese P. C., Kaimal S. S.: *Model test of a hyperbolic paraboloid footing*. The Indian Concrete Journal vol. 41, nr. 7, 1967.

[19] * * * *Cylindrical schell foundation for factory building*. The Indian Concrete Journal, vol. 35, nr. 8, 1961.

ACOPERIRE PLASTICĂ CU SOLZI ÎNCORPORAŢI

Societatea generală de tratare a solurilor, din Nanterre, a realizat un compus format din solzi de polibutirat de vinil încorporaţi într-o răşină lichidă (film de poliuretan) care reacţionează chimic cu atmosfera şi formează o membrană elastică, dură, rezistentă, a cărei grosime variază între 450 şi 650 microni. Această peliculă, denumită ,,Diamond Chips'', poate servi la acoperirea solului şi a zidurilor. Ea are aspectul emailului, nu necesită îmbinări, este antiderapantă, elastică, rezistentă la şocuri şi înţepare. În construcţiile civile se poate folosi la pardosirea sălilor de clasă în şcoli, a spitalelor, restaurantelor, hotelurilor, magazinelor, bucătăriilor, băilor. Etanşeitatea sa o face aptă pentru căptuşirea bazinelor de înot şi a piscinelor. Timpul de pozare este foarte scurt: doi muncitori pot aşterne 500 m² în 4 zile. Compusul este comercializat în 24 de culori.

După Bâtir, nr. 185/1970

CONSIDERAȚII ASUPRA UTILIZĂRII DISTORSIUNILOR LA REZOLVAREA CADRELOR ETAJATE CU NODURI DEPLASABILE

Ing. Gh. RÎCĂ
I.C.S.I.M. – Craiova

Procedeul de iterație prin distorsiuni, folosit la rezolvarea cadrelor etajate, constă în introducerea în procesul de iterație prin relaxări a unei faze intermediare, faza de distorsiuni, în care sistemul de bază geometric nedeterminat cu deplasări laterale libere se încarcă cu grupări de necunoscute rotiri de nod. Prin aceasta se urmărește realizarea unei treceri mai rapide a cadrului spre poziția deformată reală, ameliorînd convergența iterației.

Introducerea acestei faze îmbunătățește convergența procesului iterativ, în special la cadre cu stîlpi mai rigizi ca rigle la care distribuția sarcinilor, cît și particularitățile de alcătuire duc la valori apropiate ale rotirilor nodurilor de pe rigle.

Comparativ cu procedeele de iterație prin relaxări simple, iterația prin distorsiuni are dezavantajul de a complica schema de calcul.

În cele ce urmează vor fi stabilite ecuațiile care stau la baza procedeului de iterație prin distorsiuni și vor fi evidențiate posibilitățile de simplificare a schemei de calcul.

Pentru cadre cu anumite particularități de alcătuire vor fi prezentate noi variante ale iterației prin distorsiuni rapid convergente și cu scheme de calcul mai simple.

I. STABILIREA SISTEMULUI DE ECUAȚII CARE STĂ LA BAZA PROCEDEULUI DE ITERAȚII PRIN DISTORSIUNI

Se consideră cadrul etajat cu s noduri pe riglă (fig. 1).

Condițiile de echilibru se scriu:

Ecuațiile de nod

$$\rho'_{kp}\,\theta'_{kp} + \Sigma\,\rho_{jpKp}\,\mu_{jpkp}\,\theta'_{jp} - \psi'_{jk}\,\bar{\rho}_{kpjp} - \psi_{kl}\,\bar{\rho}'_{kplp} - \overline{M}_{kp} = 0 \qquad (1)$$

Ecuațiile de etaj

$$-\sum_{p=1}^{p=s}\bar{\rho}'_{kpjp}\,\theta'_{kp} - \sum_{p=1}^{p=s}\bar{\rho}_{jpkp}\,\theta'_{jp} + \psi'_{kj}\sum_{p=1}^{p=s}(\bar{\rho}'_{kpjp} + \bar{\rho}'_{jpkp}) - M_{jk} = 0 \qquad (2)$$

S-au folosit notațiile din [1].

În procedeul de iterație prin distorsiuni se introduce o rotație comună nodurilor de pe rigle și o deplasare a etajelor vecine riglelor.

Se notează cu φ_K rotirea nodurilor de pe rigle $K_1 - K_s$ dată de distorsiune. Aceasta duce la rotirea stîlpilor etajelor vecine. Se notează cu ω_{jK} rotirea stîlpilor etajului K dată de distorsiune.

Între φ_K și ω_{jK} există relația:

$$\omega_{jK} = \varphi_K \sum_{p=1}^{p=s}\bar{\rho}'_{Kpjp} \Big| \sum_{p=1}^{p=s}(\bar{\rho}_{kpjp} + \bar{\rho}'_{jpkp}). \qquad (3)$$

Relația (3) se obține punînd condiția:

$$\sum_{p=1}^{p=s} T_{jpKp} = 0.$$

Pentru satisfacerea acestei condiții, din (2) se deduce:

$$\psi_{jK} = \omega_{jK} + \omega_{Kl}. \qquad (4)$$

Se notează:

$$\gamma_{Kp} = \theta_{Kp} - \varphi_K.$$

Pentru caracterizarea distorsiunii se păstrează rotirea nodurilor riglei φ_K.

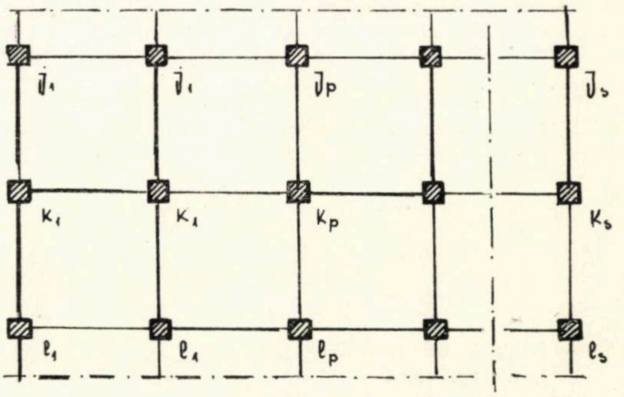


Fig. 1.

Pentru simplificarea expunerii se consideră cadrul format din bare cu secțiune constantă.

Scriind ecuațiile (1), (2) pentru necunoscutele γ'_{Kp}, φ'_K se obțin:

Ecuațiile de nod

$$(i'_{Kp\,Kp-1} + i'_{Kp\,Kp+1} + i'_{Kpjp} + i'_{Kplp})\,\gamma'_{Kp} + 0{,}5\,i'_{Kp\,Kp-1}\,\gamma'_{Kp-1} + 0{,}5\,i'_{Kp\,Kp+1}\,\gamma'_{Kp+1} + 0{,}5\,i'_{Kpjp}\,\gamma'_{jp} + 0{,}5\,i'_{Kplp}\,\gamma'_{lp} + (1{,}5\,i''_{Kp\,Kp-1} + 1{,}5\,i'_{Kp\,Kp+1} + 0{,}25\,i'_{Kpjp} + 0{,}25\,i'_{Kplp})\,\varphi'_K - 0{,}25\,i'_{Kpjp}\,\varphi'_j - 0{,}25\,i'_{Kplp}\,\varphi'_l - \overline{M}_{Kp} = 0.$$

Ecuaţiile de etaj

$$-1{,}5\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p j_p}\gamma'_{K_p} - 1{,}5\sum_{d=1}^{p=s} i'_{K_p j_p}\gamma'_{j_p} - M_{jK} = 0$$

$$-1{,}5\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p}\gamma'_{K_p} - 1{,}5\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p}\gamma'_{l_p} - M_{Kl} = 0. \quad (6)$$

Forma ecuaţiilor (6) este o consecinţă a condiţiilor care s-au pus la stabilirea relaţiilor (3) şi confirmă valabilitatea relaţiilor (4).

Însumînd ecuaţiile (5) pentru toate nodurile riglei $K_1 - K_s$ se obţine:

$$\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K_p\, Kp-1} + 1{,}5\, i'_{K_p\, K+1} + i'_{K_p j_p} + i'_{K_p l_p})\gamma'_{K_p} +$$

$$+0{,}5\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p j_p}\gamma'_{j_p} + 0{,}5\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p}\gamma'_{l_p} +$$

$$\varphi'_K\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K_p\, Kp-1} + 1{,}5\, i'_{K\, Kp+1} + 0{,}25\, i'_{K_p j_p} +$$

$$+0{,}25\, i'_{K_p l_p}) - 0{,}25\,\varphi'_j\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p j_p} - 0{,}25\,\varphi'_l\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p} -$$

$$-\sum_{p=1}^{p=s}\overline{M}_{K_p} = 0. \quad (7)$$

Din ecuaţiile (6), (7) se obţin ecuaţiile:

$$\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K\, Kp-1} + 1{,}5\, i'_{K_p\, Kp+1} + 0{,}25\, i'_{K_p j_p} +$$

$$+0{,}25\, i'_{K_p l_p})\gamma'_K - 0{,}25\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p j_p}\gamma'_{j_p} -$$

$$-0{,}25\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p}\gamma'_{l_p} + \varphi'_K\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K_p\, Kp-1} +$$

$$+1{,}5\, i'_{K_p\, Kp+1} + 0{,}25\, i'_{K_p j_p} + 0{,}25\, i'_{K_p l_p}) -$$

$$-\varphi'_j\sum_{p=1}^{p=s} 0{,}25\, i'_{K_p j_p} - 0{,}25\,\varphi'_l\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p} -$$

$$-\sum_{p=1}^{p=s}\overline{M}_{Kp} - \frac{M_{Kj} + M_{Kl}}{2} = 0. \quad (8)$$

Ecuaţiile (5) şi (8) corespund procedeului de iteraţie prin distorsiuni.

Se observă imediat că faza de deplasări de etaje din procedeul de iteraţie prin distorsiuni este o consecinţă a operării direct în momente. Ecuaţiile (5), (8) nu satisfac criteriul de convergenţă Wittmeyer. Trebuie avut însă în vedere că acesta este un criteriu de convergenţă suficient, iteraţia putînd avea o convergenţă satisfăcătoare şi în afara criteriului Wittmeyer. La cadre pentru care rotirile φ_K au valori apropiate pentru toate riglele, se poate demonstra că pentru $\rho_{\text{riglă}} \leqslant \rho_{\text{stîlp}}$ iteraţia prin distorsiuni are o convergenţă mai rapidă decît procedeele de iteraţie care au la bază ecuaţiile (1) şi (2).

Se observă că dacă toate nodurile unei rigle au aceleaşi rotiri, ecuaţiile (8) se reduc la:

$$\theta'_K\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K_p\, K_p-1} + 1{,}5\, i'_{K_p\, Kp+1} + 0{,}25\, i'_{K_p j_p} +$$

$$+0{,}25\, i'_{K_p l_p}) - 0{,}25\,\theta'_j\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p j_p} - 0{,}25\,\theta'_l\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p} -$$

$$-\sum_{p=1}^{p=s} M_{K_p} - \frac{M_{Kj} + M_{Kj}}{2} = 0. \quad (9)$$

Ecuaţiile (9) se pot rezolva independent prin iteraţie pe un cadru echivalent redus la un singur stîlp şi cîte o riglă în dreptul fiecărui nod [2]. După calcularea valorilor rotirilor θ'_K se calculează direct valorile ψ'_{jk} din ecuaţiile (1) sau (2).

Ecuaţiile (8) se pot aduce la o formă mai simplă

$$\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K_p\, Kp-1} + 1{,}5\, i'_{K_p\, Kp+1} + 0{,}5\, i'_{K_p j_p} +$$

$$+0{,}5\, i'_{K_p l_p})\gamma'_{K_p} + \varphi'_K\sum_{p=1}^{p=s}(1{,}5\, i'_{K_p\, K_p-1} + 1{,}5\, i'_{k_p k\, p+1} +$$

$$+0{,}25\, i'_{K_p j_p} + 0{,}25\, i'_{K_p l_p}) - 0{,}25\,\varphi'_j\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p j_p} -$$

$$-0{,}25\,\varphi'_l\sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p} - \sum_{p=1}^{p=s}\overline{M}_{K_p} - \frac{M_{Kj} + M_{Kl}}{3} = 0. \quad (10)$$

Ecuaţiile (5), (10) sînt avantajoase pentru efectuarea iteraţiei prin distorsiuni în rotiri.

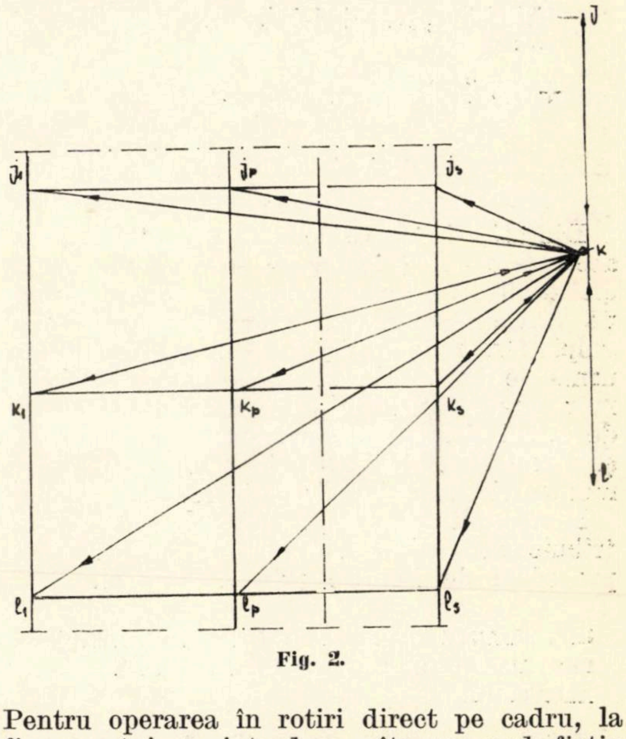


Fig. 2.

Pentru operarea în rotiri direct pe cadru, la fiecare etaj se introduce cîte un nod fictiv corespunzător necunoscutelor φ'_K (fig. 2).

Comparativ cu procedeul transmiterii rotirilor pentru ecuaţiile (1), (2) se constată ime-

diat că, în cadrul unui ciclu de iterații, pentru fiecare etaj numărul de transmiteri este mai mare cu transmiterile către nodurile fictive vecine. Aceasta nu încarcă prea mult schema de transmiteri, avantajele unei convergențe rapide fiind mai mari. În final momentele se calculează cu formulele:

$$M_{Kpjp} = i'_{Kpjp} (\gamma'_{Kp} + 0,5\, \gamma'_{jp} + 0,25\, \varphi'_K - - 0,25\, \varphi'_j) + n\, \mathfrak{M}_{Kpjp} \tag{11}$$

pentru stîlpi și

$$M_{Kp\ K+1} = i^{\circ}_{Kp\ Kp+1} (\gamma'_{Kp} + 0,5\, \gamma'_{Kp+1} + 1,5\, \varphi'_K) + + n\, \mathfrak{M}_{Kp\ Kp+1} \tag{11'}$$

pentru rigle.

Ecuațiile (5), (10) pot fi rezolvate prin iterație și operînd direct în momente. În cadrul unui ciclu de iterație, operarea în momente se desfășoară în două faze. În cadrul ciclului m de iterație faza de noduri fixe corespunzătoare ecuațiilor (5) duce la următoarea distribuție și transmitere de momente:

$$M_{Kp\ Kp-1} = i'_{Kp\ Kp-1} \gamma'^{(m)}_{Kp} + 0,5\, i'_{Kp\ Kp-1} \gamma'^{(m)}_{Kp-1} \tag{12}$$

pentru barele riglei și

$$M_{Kpjp} = i'_{Kpjp}\, \gamma'^{(m)}_{Kp} + 0,5\, i'_{Kpjp}\, \gamma'^{(m)}_{jp} \tag{13}$$

pentru stîlpi.

Dacă iterația în cadrul ciclului se începe cu faza de noduri fixe, momentele restante în faza de distorsiuni corespunzătoare ecuațiilor (10) sînt:

$$- \sum_{p=1}^{p=s} (1,5\, i'_{Kp\ Kp-1} + 1,5\, i'_{Kp\ Kp+1} + 0,5\, i'_{Kpjp} + + 0,5\, i'_{Kplp})\, \gamma'^{(m)}_{Kp} + 0,25\, \varphi'^{(m)}_j \sum_{p=1}^{p=s} i'_{Kpjp} + + 0,25\, \varphi'^{(m-1)}_l \sum_{p=1}^{p=s} i'_{Kplp}. \tag{14}$$

Din (12) și (13) se deduce că pentru calculul acestora trebuie însumate separat momentele distribuite și transmise în faza de noduri fixe pe barele riglelor și momentele distribuite pe stîlpi (fără momentele transmise). Acestea din urmă se împart la 2. La acestea se adaugă momentele transmise prin distorsiuni. Operația de calcul al momentelor restante se poate face și direct în cadrul iterației prin transmiterea momentelor la noduri fictive introduse în schemă.

Momentele restante astfel calculate se distribuie pe etaj după regulile cunoscute în procedeul de iterație prin distorsiuni.

II. VARIANTE ALE ITERAȚIEI PRIN DISTORSIUNI PENTRU CADRE CU PARTICULARITĂȚI DE ALCĂTUIRE

Este cunoscut că domeniile de convergență rapidă a procedeelor de iterație prin relaxări simple și prin distorsiuni nu acoperă toate cazurile întîlnite în practică.

Pentru cadre cu anumite particularități de alcătuire, la care procedeul de iterație prin distorsiuni nu este totdeauna rapid convergent, ecuațiile (5), (10) pot fi transformate astfel încît criteriul de convergență rapidă Wittmeyer să fie totdeauna satisfăcut. De asemenea, anumite particularități de alcătuire a cadrelor permit transformarea ecuațiilor (10) în ecuații mult mai simple, simplificîndu-se în felul acesta și schema de iterație.

Analizînd ecuațiile de etaj (6), se constată că, dacă pentru fiecare etaj avem:

$$i''_{Kplp}/i'_{Kpjp} = a_K = \text{constant}, \tag{15}$$

a_K avînd în general valori diferite pentru fiecare etaj, sumele $\sum_{p=1}^{p=s} i'_{Kpjp}\, \gamma'_{Kp}$ pot fi calculate imediat.

Notînd $- \sum_{p=1}^{p=s} i_{Kpjp} \gamma'_{Kp} = X_K$ ecuațiile (6) se scriu

$$X_K + a_{K-1} \cdot X_{K-1} - \frac{M_{K,K-1}}{1,5} = 0, \tag{16}$$

iar ecuația etajului inferior se scrie

$$a_{K-1} \cdot X_{n-1} - \frac{M_{n,n-1}}{1,5} = 0. \tag{17}$$

S-a notat în ordine $j = K - 1$, $l = K + 1$ ($K = 1, 2, 3 \ldots n$).

Din ecuațiile (16), (17) se deduce:

$$X_K = \frac{M_{K,K+1}}{1,5\, a_K} - \frac{M_{K+1,\,K+2}}{1,5 a_K a_{K+1}} + \frac{M_{K+3,\,K+3}}{1,5\, a_K \cdot a_{K+1} \cdot a_{K+2}} \ldots = = \overline{M}_K. \tag{18}$$

Adunînd la (10) expresia:

$$- \alpha_K \sum_{p=1}^{p=s} (i'_{Kpjp} + i'_{Kplp})\, \gamma'_{Kp} = (1 + a_K) \cdot \alpha_K \cdot X_K = = \alpha_K (1 + a_K)\, \overline{M}_K \tag{19}$$

se obține:

$$\sum_{p=1}^{p=s} [1,5\, i'_{KP\ Kp-1} + 1,5\, i'_{Kp\ Kp+1} + (0.5 - - \alpha_K)\, (i'_{Kpjp} + i'_{Kplp})]\, \gamma'_{Kp} + \varphi'_K \sum_{p=1}^{p=s} (1,5\, i'_{Kp\ Kp-1} + + 1,5\, i_{Kp\ Kp+1} + 0,25\, i'_{Kpjp} + 0,25\, i'_{Kplp}) - - 0,25\, \varphi'_j \sum_{p=1}^{p=s} i'_{Kzjp} - 0,25\, \varphi'_l \sum_{p=1}^{p=s} i'_{Kplp} - \sum_{p=1}^{p=s} \overline{M}_{Kp} - - \alpha_K (1 + a_K)\, \overline{M}_K - \frac{M_{Kj} + M_{Kl}}{2} = 0. \tag{20}$$

α_K se alege astfel încît suma valorilor absolute ale coeficienților necunoscutelor γ'_{Kp} din ecuațiile (20) să fie minimă. Adică:

$$\sum_{p=2}^{p=s} |[1,5\, i'_{Kp\ Kp-1} + 1,5\, i'_{Kp\ Lp+1} + (0,5 - - \alpha_K)\, (i'_{Kpjp} + i'_{Kplp})]| \tag{21}$$

să fie minimă. Evident că pentru α_K se pot alege şi alte valori apropiate dacă aceasta aduce simplificări ale calculului iterativ.

În general se alege

$$\alpha_K = \sum_{p=1}^{p=s} [1{,}5\, i'_{K_p K_{p-1}} + 1{,}5\, i'_{K_p K_{p+1}} + 0{,}5\, (i'_{K_p j_p} + i'_{K_p l_p})] \sum_{p=1}^{p=s} (i'_{K_p j_p} + i'_{K_p l_p}) \qquad (22)$$

În aceste condiţii criteriul Wittmeyer este larg satisfăcut pentru ecuaţiile (20).

Se poate alege pe fiecare etaj un coeficient $m_K < 1$ astfel încît înlocuind în (5) şi (20) $\varphi'_K = m_K \lambda'_K$ coeficienţii ecuaţiilor astfel obţinute să verifice criteriul de convergenţă Wittmeyer.

Pentru iteraţie se păstrează ecuaţiile sub forma (5) şi (20), rapiditatea convergenţei fiind aceeaşi.

Ecuaţiile (5) şi (20) sînt avantajoase pentru iteraţia în rotiri, dar se poate opera şi direct în momente. Operaţia în rotire se desfăşoară conform schemelor de iteraţie cunoscute. Operarea în momente se desfăşoară în două faze: faza de noduri fixe corespunzătoare ecuaţiilor (5) şi faza de distorsiuni corespunzătoare ecuaţiilor (20). Pentru calculul momentelor restante ce se distribuie în faza de distorsiuni se însumează separat momentele distribuite şi transmise în faza de noduri fixe la barele riglelor, momentele transmise din distorsiuni şi momentele distribuite la barele stîlpilor în faza de noduri fixe. Acestea din urmă se multiplică pentru fiecare riglă cu $(0{,}5 - \alpha_K)$.

Momentele restante pentru faza de distorsiuni se pot obţine şi prin transmiterea directă a acestora în timpul efectuării iteraţiei la noduri fictive pentru fiecare etaj.

În general, particularităţile de alcătuire ale cadrelor, impuse prin condiţia (15), pot fi satisfăcute anticipat. Alegerea cadrului cu satisfacerea condiţiilor geometrice impuse este dezavantajoasă doar în anumite cazuri particulare de distribuţie a sarcinilor, mai rar întîlnite în practică.

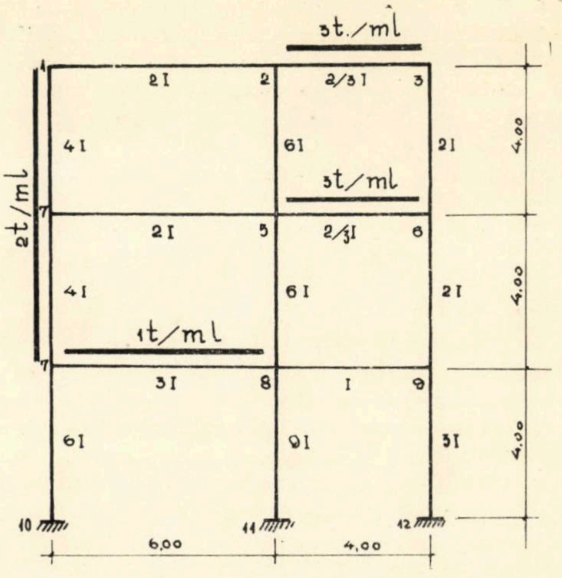
Dacă, pe lîngă condiţiile geometrice (15), pentru fiecare nod al riglei, rigidităţile barelor riglei din nod sînt în acelaşi raport cu rigidităţile barelor stîlpilor din nod, ecuaţiile (20) pot fi aduse la o formă mai simplă.

Dacă în nodurile riglelor avem

$$|(i'_{K_p T_{p-1}} + i'_{K_p K+1})/(i'_{K_p j_p} + i'_{K_p l_p} = b_K = \text{constant}, \qquad (23)$$

unde b_K are în general valori diferite pentru fiecare riglă, adunînd la ecuaţiile (10) expresiile :

$$-(1{,}5\, b_K + 0{,}5)(i'_{K_p j_p} + i'_{K_p l_p}) = X_K (1 + a_K)(1{,}5\, b_K + 0{,}5) = (1{,}5\, b_K + 0{,}5)(1 + a_K)\, \overline{M}_K \qquad (24)$$



BARELE	1−2 4−5	2−3 5−6	7−8	8−9	1−4 4−7	2−5 3−8	3−6 6−9	7−10	8−11	9−12
t	$\frac{1}{3}$ I	$\frac{1}{6}$ I	$\frac{1}{2}$ I	$\frac{1}{4}$ I	I	$\frac{3}{2}$ I	$\frac{1}{2}$ I	$\frac{3}{2}$ I	$\frac{9}{4}$ I	$\frac{3}{4}$ I
i'	1/2	1/4	3/4	3/8	3/2	9/4	3|4	9/4	27/8	9/8

Fig. 3.

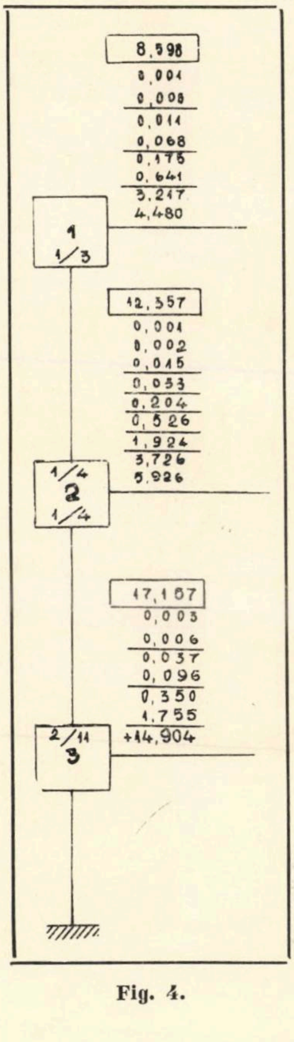


Fig. 4.

se obține:

$$\varphi_K' \sum_{p=1}^{p=s} (1{,}5\, i'_{K_p K_{p-1}} + 1{,}5\, i'_{K_p K_{p+1}} + 0{,}25\, i'_{K_p j_p} +$$

$$+ 0{,}25\, i'_{K_p l_p}) - 0{,}25\, \varphi_j' \sum_{1=p}^{p=s} i'_{K_p j_p} - 0{,}25\, \varphi_l' \sum_{p=1}^{p=s} i'_{K_p l_p} -$$

$$- \sum_{p=1}^{p=s} M_{K_p} - \frac{M_{jK} + M_{Kl}}{3} - \overline{M}_K (1{,}5\, b_K +$$

$$+ 0{,}5)(1 + a_K) = 0. \quad (25)$$

Din ecuațiile (15) se pot deduce valorile necunoscutelor operînd pe un cadru echivalent redus format dintr-un stîlp și cîte o riglă la fiecare nod [2]; după aceasta, iterația se desfășoară în continuare pe un cadru cu noduri fixe. Evident că pentru astfel de situații calculul iterativ se simplifică mult.

Dacă sînt satisfăcute condițiile (15) și barele fiecărei rigle au aceeași rigiditate, iar stîlpii fiecărui etaj au de asemenea aceeași rigiditate, alegînd

$$\alpha_K = 3\, i_{\text{riglă}}/(i_{\text{stîlp superior}}) + 0{,}5\,(1 + a_K), \quad (26)$$

ecuațiile (20) se reduc la:

$$- 1{,}5\, i'_{K_p K_{p-1}} (\gamma'_{K1} + \gamma'_{K_s}) + \varphi_K' [3\,(s-1)\, i'_{K K_{p-1}} +$$

$$+ 0{,}25 \cdot s\, i'_{K_j} + 0{,}25\, s\, i'_{K_l}] - \varphi_j'\, 0{,}25 \cdot s \cdot i'_{K_j} -$$

$$- \varphi_l' \cdot 0{,}25 \cdot s\, i'_{K_l} - \sum_{p=1}^{p=s} \overline{M}_{K_p} - \frac{M_{jK} + M_{Kl}}{3} -$$

$$- \alpha_K (1 + a_K)\, \overline{M}_K = 0, \quad (27)$$

care evident simplifică foarte mult calculul iterativ. La operarea în rotiri, transmiteri către

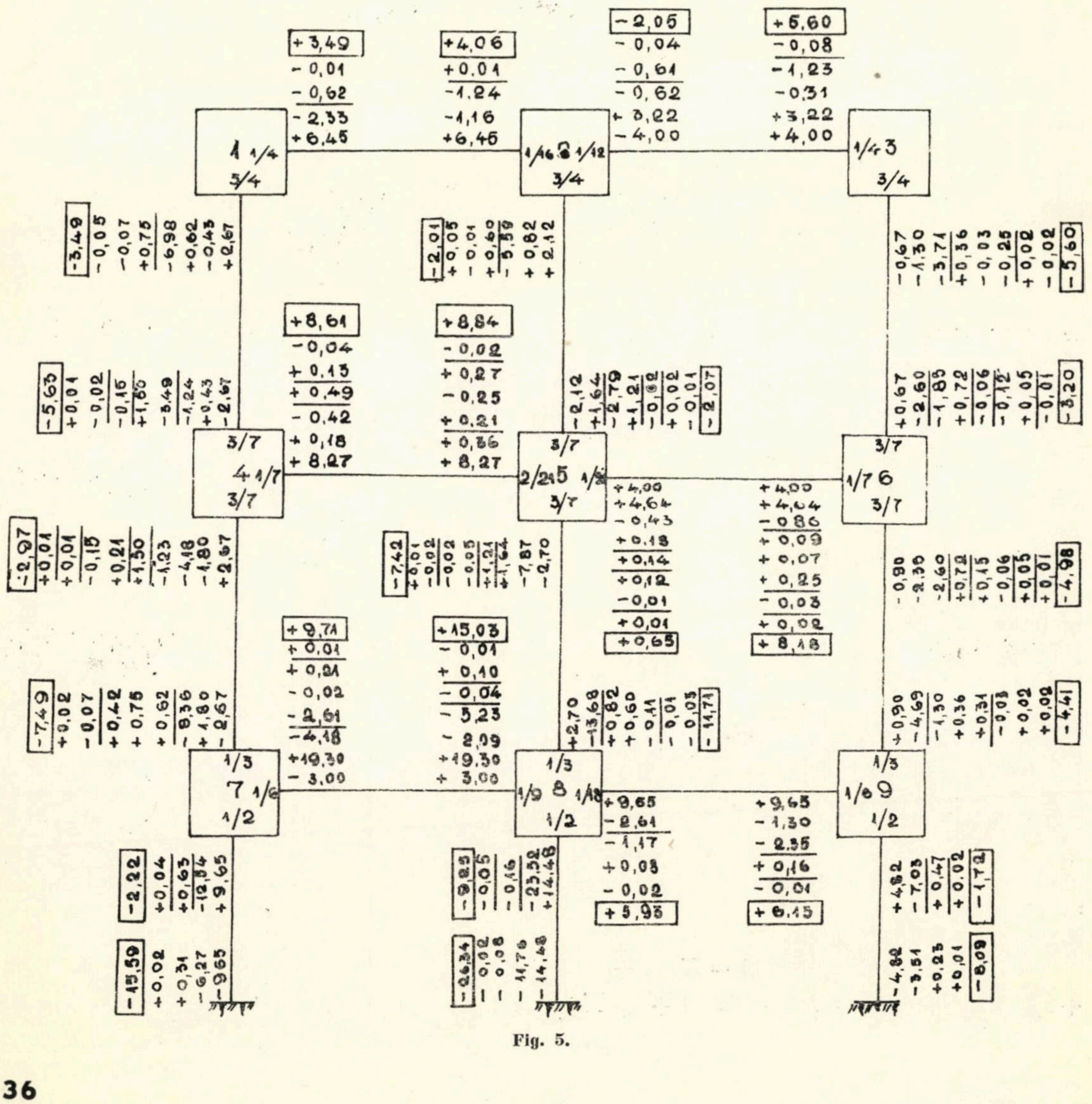


Fig. 5.

nodurile fictive se fac doar de la nodurile fictive vecine şi de la nodurile marginale. La operarea în momente pentru calculul momentelor restante din faza de distorsiuni se însumează doar momentele distribuite şi transmise pe barele riglelor din nodurile extreme şi momentele transmise din distorsiuni.

III. EXEMPLU DE CALCUL

Se face calculul cadrului din figura 3.

La acest cadru, raportul rigidităţilor barelor stîlpilor superiori şi inferiori ce pleacă din nodurile unei rigle este acelaşi pentru toate nodurile riglei. Această condiţie este satisfăcută pentru toate riglele cadrului. De asemenea, la fiecare nivel, raportul între rigidităţile riglelor şi stîlpilor este acelaşi pentru toate nodurile unei rigle. În această situaţie mărimile φ'_K, ce caracterizează distorsiunile, se pot deduce independent de mărimile γ'_{K_p} ce caracterizează rotirile de nod.

Coeficienţii a_K au următoarele valori:

$$a_2 = 1$$

$$a_3 = 3/2$$

unde K corespunde numărătorii nodurilor de pe cadrul redus din figura 4.

Pentru b_K rezultă valorile:

$$b_1 = 1/3,\ b_2 = 1/6,\ b_3 = 1/5$$

Momentele de încastrare perfectă au următoarele valori:

$$M_{4-1} = -M_{1-4} = M_{7-4} = M_{4-1} = - \\ -\frac{2\times 4^2}{12} = -8/3 \text{ tm}$$

$$M_{2-3} = -M_{3-2} = M_{5-6} = -M_{6-5} = - \\ -\frac{3\times 4^2}{12} = -4 \text{ tm}$$

$$M_{7-3} = -M_{8-7} = -\frac{1\times 6^2}{12} = -3 \text{ tm}$$

$$M_{e(1)} = 16 \text{ tm},\ M_{e(2)} = 40 \text{ tm},\ M_{e(3)} = 64 \text{ tm}$$

$$\overline{M}_1 = \frac{32}{4,5} \text{ tm},\ \overline{M}_2 = \frac{15}{4,5} \text{ tm},\ M_3 = \frac{128}{4,5} \text{ tm}.$$

Momentele neechilibrate din nodurile cadrului redus sînt:

$$M_1 = \frac{8}{3} + \frac{16}{3} + \frac{32}{4,5}\left(1,5\cdot\frac{1}{3} + 0,5\right) = 1\,\frac{68}{4,5} \text{ tm}$$

$$M_2 = \frac{16+48}{3} + \frac{16}{4,5}\left(1,5\cdot\frac{1}{6} + 0,5\right)(1+1) = \\ = \frac{80}{3} \text{ tm}$$

$$M_3 = -\frac{8}{3} + \frac{48+64}{3} + \frac{128}{4,5}\left(1,5\cdot\frac{1}{5} + 0.5\right)\left(1 + \\ + \frac{3}{2}\right) = \frac{4,15}{4,5} \text{ tm}$$

Valorile iniţiale ale necunoscutelor φ'_K sînt:

$$\varphi_1'^{(0)} = \frac{68}{4,5}\cdot\frac{4}{13,5} = 4,480$$

$$\varphi_2'^{(0)} = \frac{80}{3}\cdot\frac{2}{9} = 5,926$$

$$\varphi_3'^{(0)} = \frac{415}{4,5}\cdot\frac{16}{99} = 16,904.$$

Coeficienţii de transmisie s-au notat direct pe schemă (fig. 5).

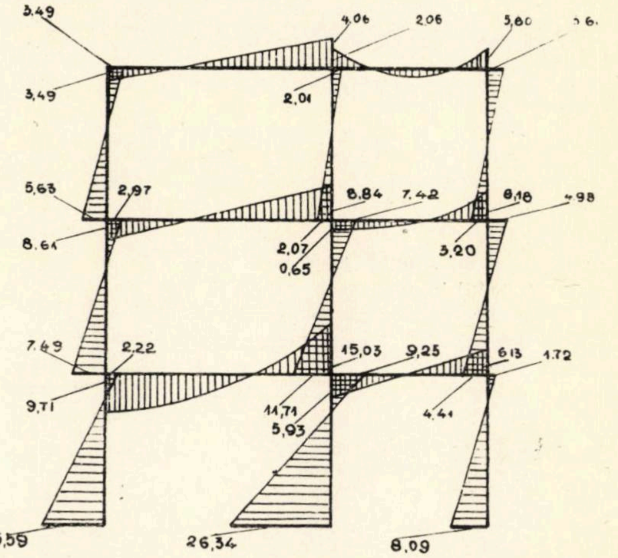


Fig. 6.

Momentele date de distorsiuni se distribuie la nodurile cadrului.

Aceste momente au fost trecute direct pe schema cadrului (fig. 6). După aceasta se trece la faza de noduri fixe.

Bibliografie

[1] Gheorghiu A.: *Statica construcţiilor*, vol. 2, Bucureşti, 1965.

[2] Janco Bela: *Rezolvarea numerică a sistemelor de ecuaţii liniare*. Ed. Academiei R.P.R.

[3] Agent R.: *Bazele teoretice şi aplicaţiile utilizării distorsiunilor în calculul cadrelor etajate*. Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 10, 1963.

[4] Keintzel E.: *Folosirea relaxării în bloc la calculul cadrelor etajate încărcate cu sarcini orizontale*. Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 12, 1962.

[5] Keintzel E.: *Calculul cadrelor spaţiale axial simetrice prin ecuaţii cu diferenţe finite*. Studii şi cercetări de mecanică aplicată 1, 1963.

[6] Keintzel E.: *Matrice de influenţe pentru calculul cadrelor etajate la forţe orizontale*. Studii şi cercetări de mecanică aplicată, nr. 2, 1968.

NOTE

INFLUENȚA AGREGATELOR ASUPRA CALITĂȚII BETONULUI

Determinarea compoziției betoanelor în funcție de calitățile urmărite ale acestora și de proprietățile materialelor componente a preocupat și preocupă numeroși tehnologi și cercetători, dînd ocazia publicării unor numeroase formule, tabele, abace etc. Alăturat sînt reproduse graficele (A, B, C în fig. 1) publicate de U. Trüb în 1965, care au calitatea de a prezenta deosebit de sugestiv modul în care sînt corelate curba granulometrică, granulația maximă, dozajul și factorul apă-ciment cu rezistența cubică a betonului (betoane de marcă cuprinsă între 300 și 500 kgf/cm²). Cele trei perechi de curbe granulometrice, $A_{10}-A_{50}$, $B_{10}-B_{50}$, $C_{10}-C_{50}$ (fig. 1 a) la care se referă cele trei grafice (fig. 1 b c, d), au fost astfel alese încît cuprind între ele atît curba Empa (E)

$$P(d) = 50\left(\frac{d}{D} + \sqrt{\frac{d}{D}}\right)$$

cît și cea a lui Fulier (F)

$$P(d) = 100\sqrt{\frac{d}{D}}$$

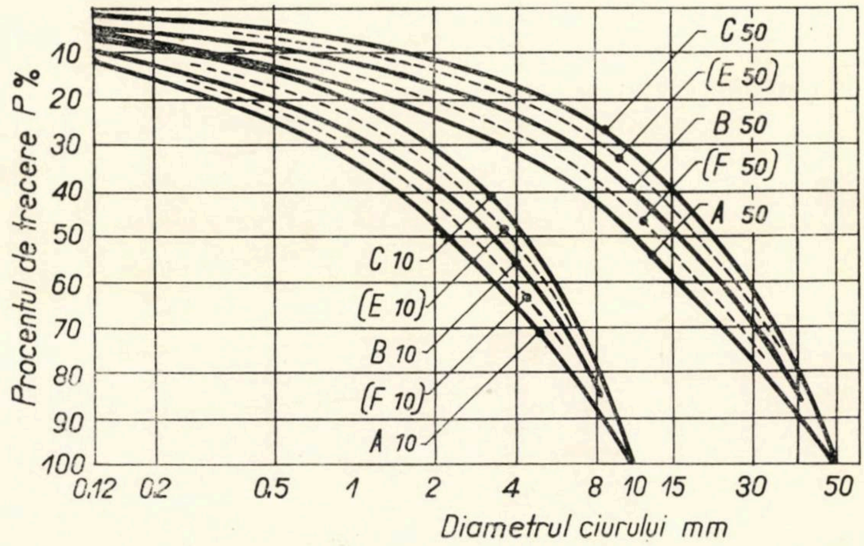
(d = diametrul de trecere al sitei, D = diametrul maxim al agregatelor, P = procentul de trecere prin sita de diametru d).

Interpretînd graficele A, B, C se poate constata că :

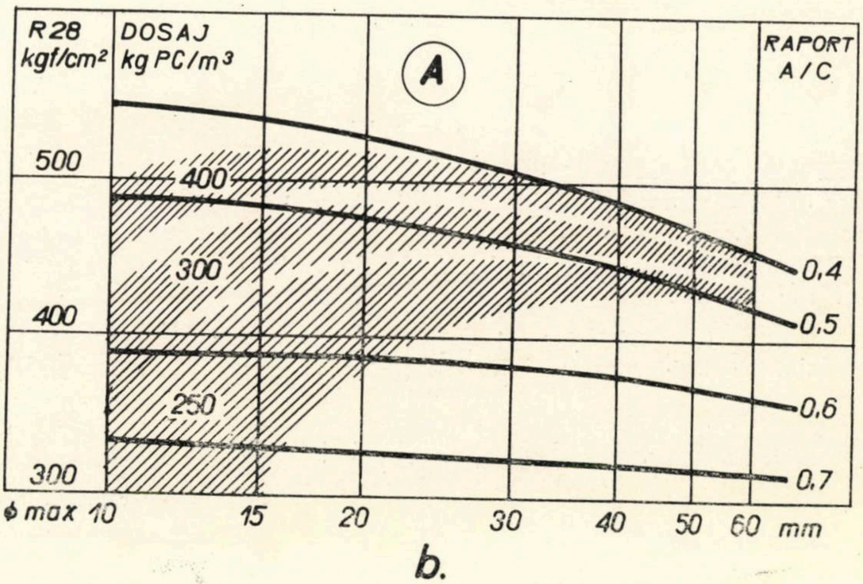
1. curbele corespunzătoare unui aceluiași dozaj coboară în partea stîngă (explicație : agregatele mai fine necesită mai multă apă de amestec) ;

2. curbele corespunzătoate unui aceluiași dozaj coboară în partea dreaptă (explicație : agregatele mai mari duc la rezistențe mai reduse) ;

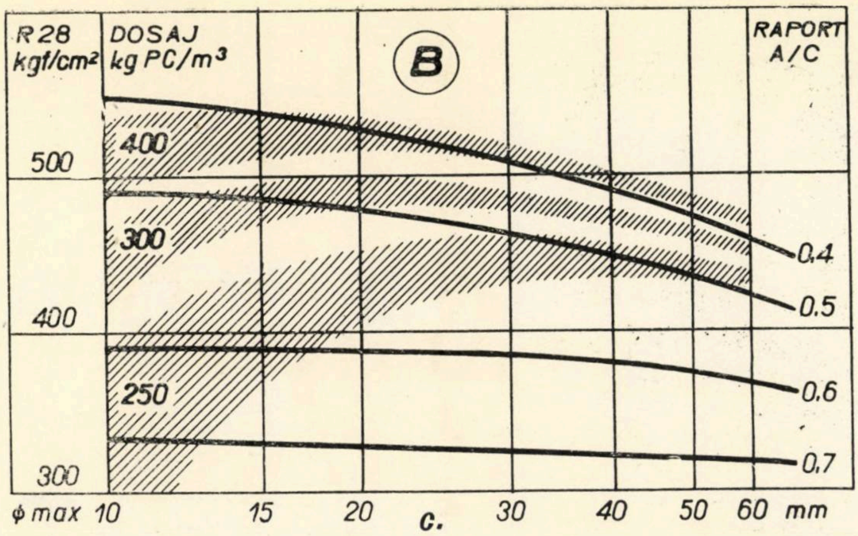
3. curbele corespunzătoare diferitelor dozaje diverg spre stînga (explicație : la granulațiile mai mici, consistența betonului este mai puțin influențată de



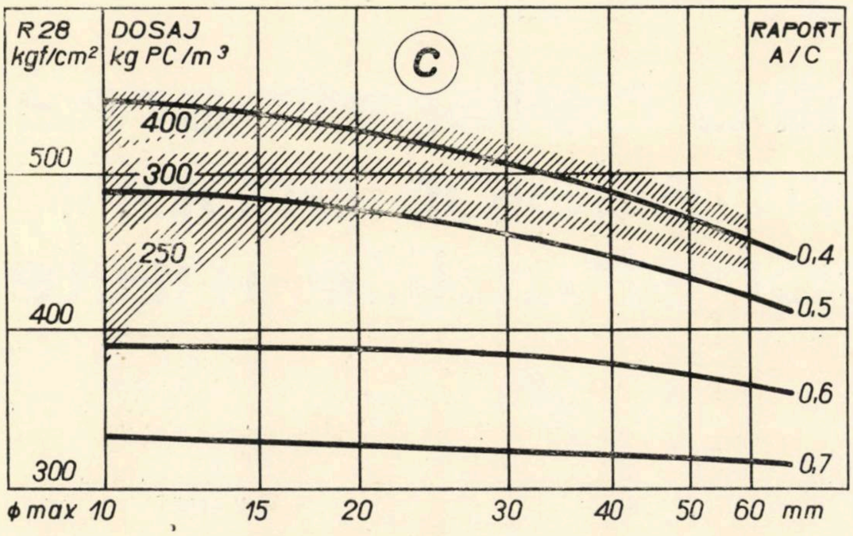
a.



b.



c.



d.

diferențe mici ale cantității de apă. Acest fapt rezultă și din compararea diagramelor între ele);

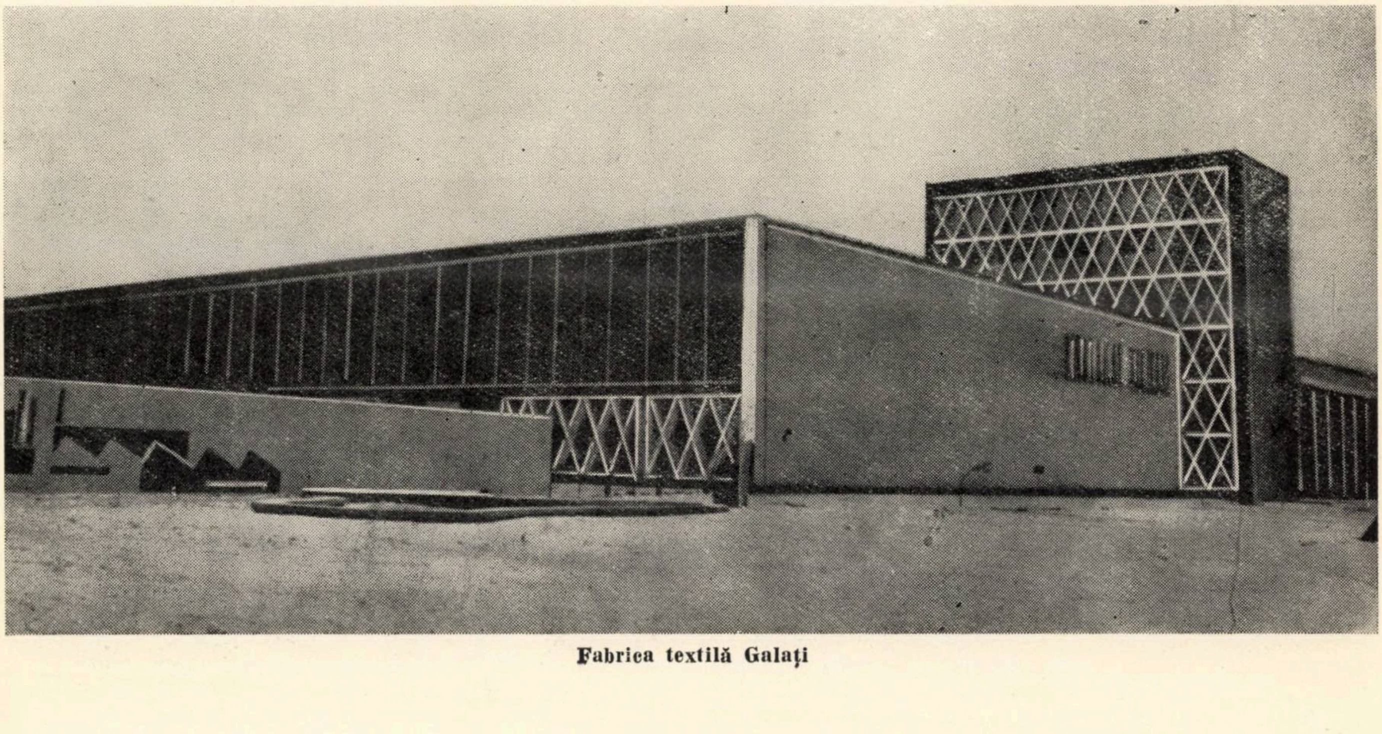
4. curbele corespunzătoare diferitelor dozaje converg spre dreapta (explicație: la granulații mari, consistența betonului este mai puternic influențată de diferențe mici ale cantității de apă; influența indirectă a cantității de ciment este redusă);

5. curbele corespunzătoare dozajelor prezintă un maxim, marcînd utilizarea optimă a cimentului. Comparînd maximele diferitelor dozaje se constată necesitatea măririi dozajului o dată cu reducerea granulației maxime, însă și cu finețea curbelor granulometrice (a se compara A, B, C).

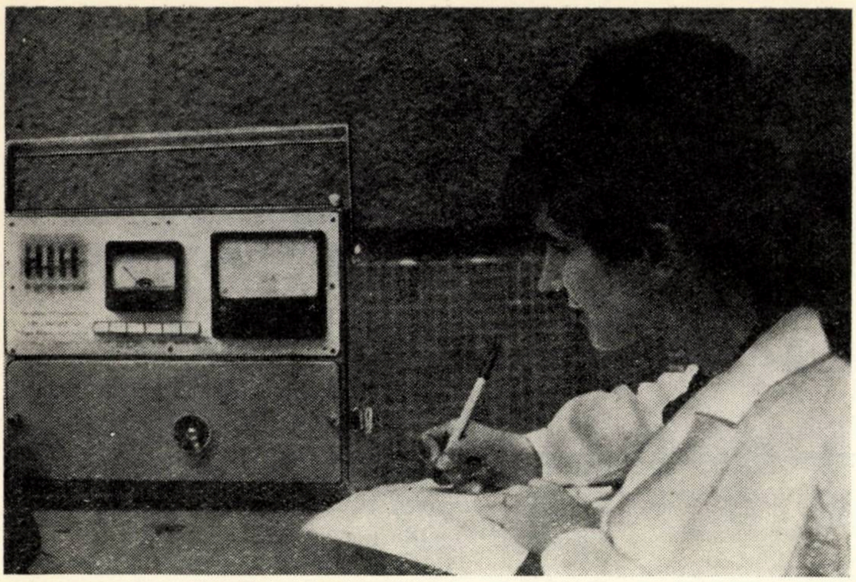
Din compararea diagramelor A, B, C rezultă: o curbă granulometrică cu parte fină redusă duce la rezistențe sporite (prin reducerea necesarului de apă de amestec). Cu cît granulația maximă este mai mare, cu atît acest efect este mai redus; aici se poate lucra cu o parte fină mai mare. Invers, cu cît granulația maximă este mai mică, cu atît mai avantajoasă este limitarea părții fine, fără ca aceasta să influențeze prea defavorabil lucrabilitatea.

Graficele lui Trüb reprezintă adaptări la condițiile germane ale unor curbe americane anterior determinate. Avînd în vedere utilitatea lor practică, sugerăm efectuarea unor cercetări în vederea stabilirii de grafice similare adaptate cimenturilor noastre.

Ing. **GERT KESSLER**



Fabrica textilă Galați



METODĂ ŞI APARAT

pentru determinarea perioadelor proprii la construcţiile înalte

Este cunoscut că pentru stabilirea modului de comportare a construcţiilor la solicitări dinamice prezintă importanţă cunoaşterea perioadei proprii a structurii respective. Detalii privind acest parametru capătă o pondere cu totul deosebită în cazul construcţiilor înalte amplasate în zone seismice, situaţie frecvent întîlnită la noi în ţară.

În mod obişnuit, perioada proprie se determină prin două metode :

a) Construcţia este pusă în vibraţie în mod artificial cu ajutorul unor generatoare mecanice de vibraţii, şocuri aplicate prin diferite procedee, explozii în apropiere etc. Se măsoară frecvenţa oscilaţiilor corespunzătoare rezonanţei, sau frecvenţa oscilaţiilor din momentul cînd, încetînd factorul de excitaţie extern, structura vibrează liber pînă la amortizarea completă. Rezultatul acestor determinări reprezintă frecvenţa proprie a construcţiei respective, ceea ce permite ca prin calcul să se obţină valoarea perioadei proprii.

b) Folosind aparate extrem de sensibile, se înregistrează oscilaţiile construcţiei provocate de agitaţia microseismică permanentă a solului. Cu ocazia interpretării diagramelor rezultate, utilizîndu-se indicaţiile bazei de timp, se pot obţine şi date privind perioada proprie a construcţiei.

Aceste două metode, înafară de dificultăţile pe care, în primul caz, le comportă punerea în vibraţie a structurii, impun transportul la faţa locului, instalarea şi punerea în funcţiune a unor aparate destul de complicate, necesită un personal specializat relativ numeros şi duc la întîrzieri considerabile datorate în special necesităţii de a reveni în laborator şi de a developa şi interpreta diagramele. Aceste servituţi limitează numărul de determinări posibile, iar consumul de timp şi energie grevează asupra ansamblului cercetărilor.

Întrucît este important să se aibă la dispoziţie un număr mare de date experimentale privind perioadele proprii ale construcţiilor înalte de diferite tipuri, în Institutul de cercetări în construcţii şi economia construcţiilor — secţia Mecanica construcţiilor şi seismologie inginerească a fost concepută o metodă care permite determinarea în mod simplu, rapid şi precis a perioadelor proprii ale diferitelor structuri la scară naturală, fără punerea artificială în vibraţie şi cu mijloace materiale care pot fi transportate şi mînuite de un singur operator. Metoda se bazează pe proprietatea construcţiilor de a se comporta ca un filtru, alegînd din spectrul de frecvenţe pe care îl cuprinde agitaţia microseismică permanentă a solului, pe cea care corespunde perioadei sale proprii şi vibrînd în ritmul acesteia.

Aparatul care, folosind această proprietate, dă posibilitatea citirii directe a perioadelor proprii ale structurilor înalte a fost proiectat şi verificat sub formă de montaje experimentale şi, date fiind rezultatele satisfăcătoare ale probelor preliminarii, s-a trecut la realizarea prototipului, care în prezent se găseşte în stadiul de ultime probe. Figura de sus reprezintă acest prototip în poziţie de lucru, în timpul determinării perioadei proprii a unui bloc cu 9 niveluri.

Aparatul, a cărui schemă-bloc este arătată în pagina următoare, are un captor de vibraţii de înaltă sensibilitate care transformă oscilaţiile construcţiei în forţe electromotrice alternative de foarte slabă intensitate, însă de o frecvenţă egală cu frecvenţa acestora. Semnalul electric astfel obţinut este condus la intrarea unui amplificator diferenţial de curent continuu cu şase tranzistoare

şi un cîştig mai mare de 100 000. La ieşirea acestuia, valoarea semnalului este de ordinul 6—10 V, forma de undă fiind însă păstrată cu fidelitate. Un etaj limitator, care urmează, suprimă de la un anumit nivel părţile superioare şi inferioare ale alternanţelor, iar un etaj de detecţie face să dispară complet ceea ce a mai rămas din alternanţele pozitive. Restul semnalului este introdus într-un circuit de diferenţiere şi transformat într-o succesiune de impulsuri ascuţite cu polaritate negativă, care reproduc ritmul oscilaţiilor construcţiei. Etajul următor comportă un oscilator monostabil, care basculează pentru fiecare impuls ascuţit primit şi livrează la ieşire un impuls dreptunghiular de durată şi amplitudine corespunzător stabilite, mărimi care rămîn constante pentru tot timpul funcţionării oscilatorului. Frecvenţa acestor impulsuri este singurul parametru care variază şi, ea fiind hotărîtă de impulsurile ascuţite aplicate la intrarea oscilatorului monostabil, este uşor de văzut că repetă cu precizie frecvenţa oscilaţiilor construcţiei.

Rezultatul integrării acestor impulsuri, care în cazul de faţă, cînd amplitudinea şi durata lor rămîn riguros neschimbate, depinde numai de frecvenţă, este o tensiune continuă. Această tensiune este măsurată cu ajutorul unui microampermetru cu sensibilitatea 0—40 μA montat ca voltmetru, care a fost în prealabil etalonat şi gradat în unităţi de timp. Indicaţia acului acestui instrument permite citirea directă a perioadei proprii a construcţiei pe care se găseşte aşezat aparatul. Pe un al doilea instrument, gradat în unităţi de lungime, operatorul poate citi în acelaşi timp, în microni, valoarea medie a amplitudinii oscilaţiilor structurii la nivelul la care se execută determinarea.

Pentru ca lucrul cu aparatul să fie uşurat, acesta a fost prevăzut cu o echilibrare semiautomată a captorului de vibraţii, realizată printr-un număr de două fotodiode, doi amplificatori de c.c. şi două relee. De asemenea, pentru a evita situaţii în care s-ar putea obţine rezultate imprecise, un dispozitiv electronic, care comandă un al treilea releu, scoate automat din funcţiune aparatul în momentul cînd apar condiţii care ar putea atrage erori (cînd, de exemplu, scade tensiunea sursei de alimentare).

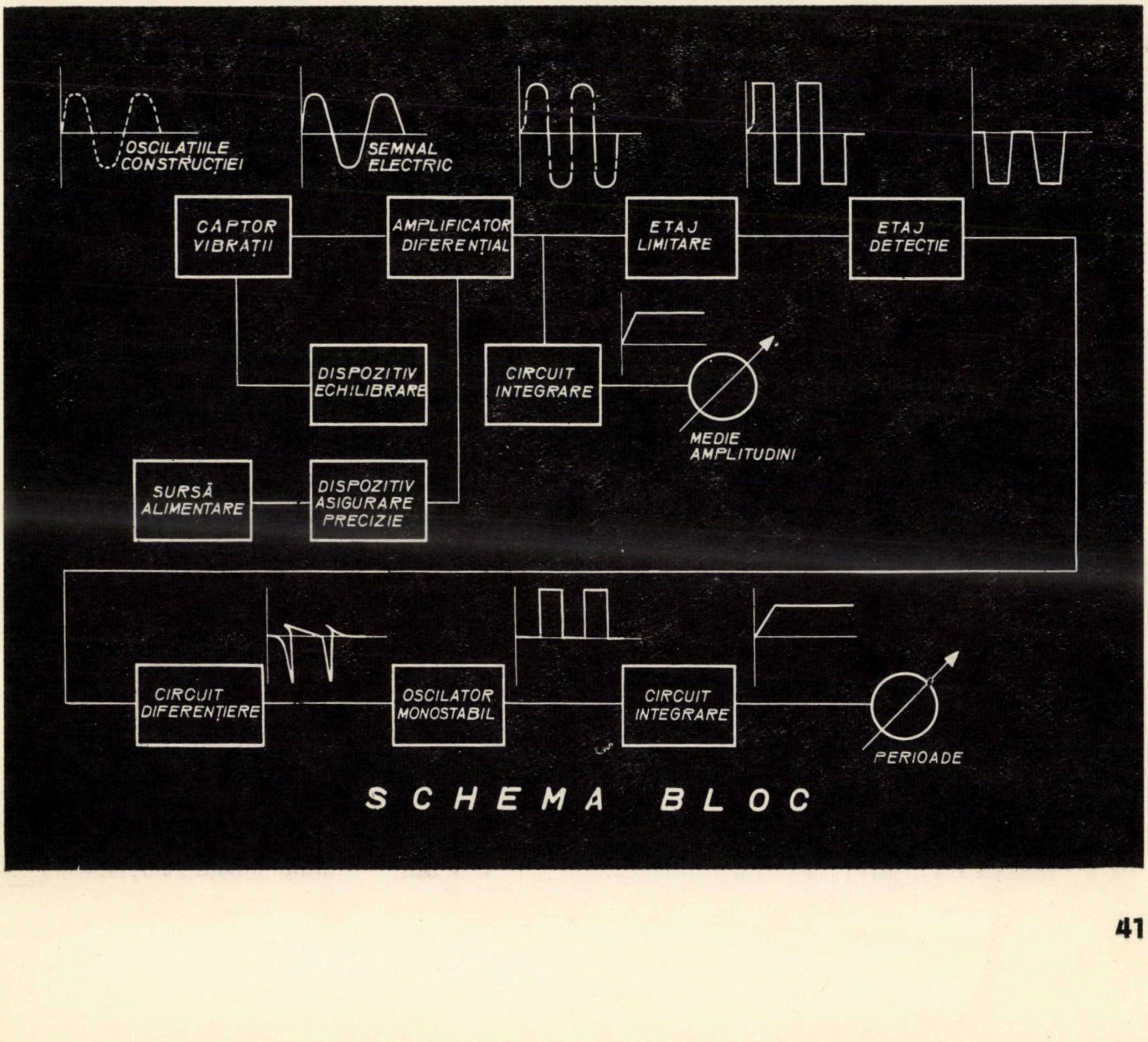
Aparatul permite citirea perioadelor proprii în două domenii: 10 s — 0,1 s (0,1 — 10 Hz) şi 10 — 0,05 s (0,1 — 20 Hz), cu o precizie sporită pentru primul domeniu. Amplitudinea medie a oscilaţiilor este indicată de al doilea instrument, gradat de la 0 la 10 microni. Aceste domenii de măsură includ valorile obişnuite pe care construcţiile le prezintă pentru cei doi parametri.

Dimensiunile prototipului sînt 34 × 28 × 10 cm, iar greutatea nu întrece 9 kg. Aparatul este complet tranzistorizat, lucrat prin metoda circuitelor imprimate, iar blocurile componente sînt interşanjabile. Sursa de energie (alimentare) este încorporată, realizîndu-se astfel independenţa faţă de reţeaua electrică a oraşului. Pentru ca aparatul să se situeze din toate punctele de vedere la nivelul tehnicii mondiale, s-a pus accent şi pe aspectul din punct de vedere estetic, carcasa metalică fiind vopsită şi tratată termic, iar părţile mobile nichelate. Inscripţiile de pe panoul frontal sînt incrustate şi vopsite în culori, care, în concordanţă cu luminile becurilor de semnalizare de pe acelaşi panou, fac imposibilă o manevră greşită.

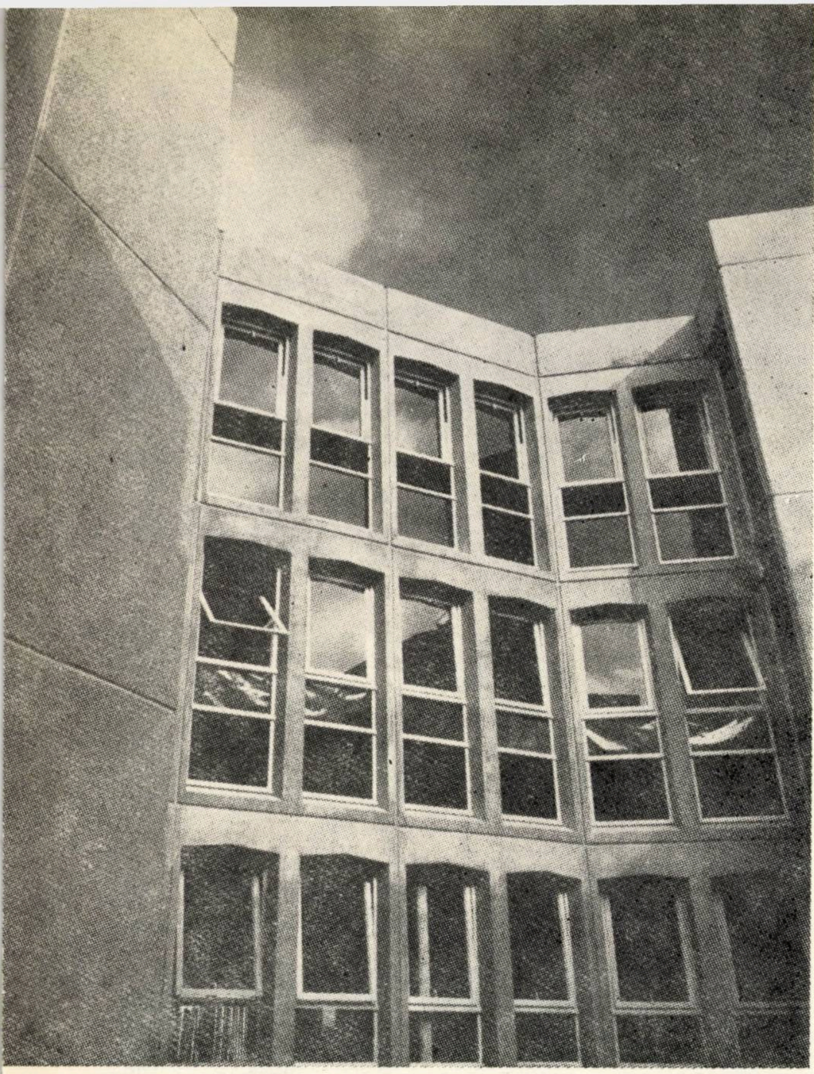
★

Ţinînd seama de avantajele pe care le prezintă metoda şi aparatul care fac obiectul acestei note, sperăm că rezultatul eforturilor depuse în concepţia, proiectarea şi execuţia prototipului va constitui un aport în cercetările privind importanta problemă a calculului construcţiilor sub aspectul rezistenţei lor la solicitări seismice.

VALENTIN MIRONESCU
Cercetător ştiinţific INCERC



CONSTRUCŢIE ŞCOLARĂ EXPERIMENTALĂ



Vedere a clădirii terminate

Centrul şcolar de la Alfortville, cu o capacitate de 600 de elevi, este amplasat în vecinătatea unei şcoli primare, pe un teren triunghiular de 2 ha, într-un cartier de locuinţe, unde configuraţia generală a imobilelor părea să se opună unei construcţii înalte. Bazele sportive municipale aflate cam la 100 m distanţă vor fi utilizate de elevi.

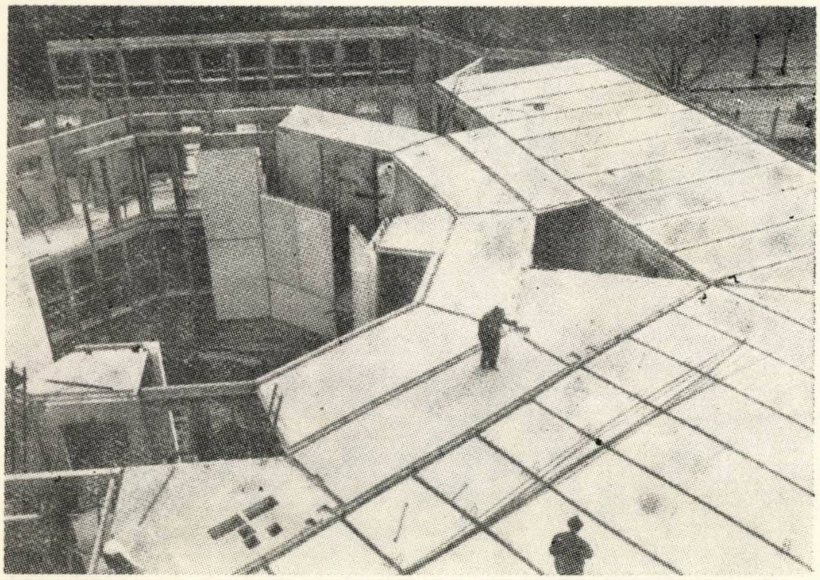
Clădirea poligonală cu trei niveluri ce adăposteşte internatul este fundată, ca şi celelalte construcţii ale centrului, pe piloţi de beton (sistem Franki) de 40—50 cm diametru, dintre care 162 au fost bătuţi şi turnaţi în sol şi legaţi între ei la partea superioară printr-o reţea de longrine de beton armat. Suprastructura externatului constă într-o asamblare de elemente de beton armat prefabricate, cu paramente exterioare (mozaic de masă de sticlă sau pietriş din rocă de Ecuelles, aşezat pe fundul cofrajului).

Faţadele oarbe se compun din panouri sandviş de beton, a căror faţă exterioară este legată de peretele interior portant prin agrafe de oţel inoxidabil care traversează inima izolată de polistiren. La celelalte elemente de faţadă, adică cele care comportă ferestre, tîmplăria de lemn este încorporată în timpul turnării piesei respective, aşa cum sandvişul izolant al parapetului este confecţionat la rîndul său.

Etanşeitatea pervazurilor golurilor este asigurată de profile din tablă de oţel inoxidabil.

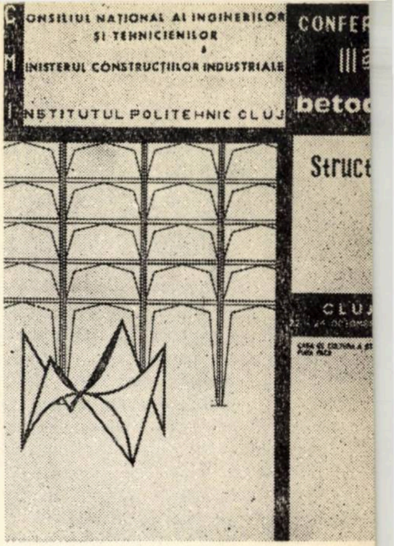
Planşeul sălilor de cursuri este confecţionat din chesoane nervurate prefabricate din beton, în timp ce pentru culoare s-au pus în operă dale pline, tot din prefabricate de beton. Elementele a căror greutate nu depăşeşte 5,2 t (dimensiuni maxime ale panourilor : 3,20 × × 3,76 m înălţime) au fost montate cu ajutorul unei macarale-turn pe şine de 80 t/m, echipată cu un braţ de 30 m. Etanşeitatea rosturilor a fost obţinută cu ajutorul unui mastic special pentru rosturile verticale şi mastic şi matare cu mortar pentru rosturile orizontale.

Compartimentările clădirilor sînt de două feluri : pereţii despărţitori portanţi sînt pînze de 15 cm grosime prefabricaţi din beton. Ceilalţi sînt din panouri de aglomerate de lemn cu inimă de spumă izolantă ; grosimea lor este 70 mm.



Toate elementele de construcţie care se pot vedea pe acest şantier în faza de montaj sînt prefabricate; asamblarea lor — caracterizată printr-un plus de complexitate şi un minus de fragilitate — evocă un castel de cărţi de joc sau un puzzle imens cu trei dimensiuni.

După *Bâtir*, nr. 183, 1970



A III-a conferință de betoane

STRUCTURI DE BETON ARMAT

Prestigioasă manifestare științifică cu participare internațională, cea de-a III-a Conferință de betoane a avut loc la Cluj în zilele de 22-24 octombrie 1970 sub auspiciile Consiliului național al inginerilor și tehnicienilor, Ministerului Construcțiilor Industriale și Institutului politehnic Cluj.

Pentru a treia oară în decurs de numai doi ani, peste 300 de specialiști, ingineri constructori din execuție, proiectare, cercetare și învățămîntul superior s-au întrunit pentru a dezbate probleme actuale ale calculului și realizării structurilor de beton armat, făcînd un schimb de experiență rodnic în domeniul teoriei și practicii betonului, vizînd realizarea unor structuri eficiente cu grad ridicat de industrializare și elaborarea unor metode de calcul care să țină seama în mai mare măsură de factorii specifici comportării betonului armat.

Cele peste 50 de lucrări primite pe adresa comisiei de betoane a CNIT au fost tipărite sub formă de rapoarte în două volume, fiind grupate pe următoarele trei teme:

— *Tema I* — Probleme ale proiectării și calculului structurilor de beton armat (33 de lucrări).

— *Tema a II-a* — Tehnologii moderne de execuție în beton monolit (6 lucrări).

— *Tema a III-a* — Învelitori subțiri (14 lucrări).

Conferința, deschisă de prof. ing. Constantin Avram, membru corespondent al Academiei R.S. România, președintele Comisiei de betoane a CNIT, a fost salutată de ing. T. Simedrea, primvicepreședinte al Consiliului Popular al județului Cluj, ing. C. Ionescu, adjunct al ministrului construcțiilor industriale, acad. prof. Ștefan Bălan, președintele Secției construcții și materiale de construcții a CNIT, și de prof. ing. Bazil Popa, rectorul Institutului politehnic Cluj.

Programul conferinței a cuprins expunerea a trei rapoarte generale pe cele trei teme enunțate, urmată de discuții și de un simpozion privind lucrările Congresului al VI-lea al Federației Internaționale a Precomprimării FIP (Praga, iunie 1970).

Raportul general la tema I „Probleme ale proiectării și calculului structurilor de beton armat" a fost expus de prof. ing. dr. Dan F. Dumitrescu, vicepreședinte al comisiei de betoane a CNIT.

Raportul general la tema a II-a „Tehnologii moderne de execuție" a fost expus de ing. Ștefan Dima, consilier în Ministerul Construcțiilor Industriale.

Raportul general la tema a III-a „Învelitori subțiri" a fost expus de prof. ing. Mircea Mihăilescu, șeful catedrei Construcții de beton armat din Institutul politehnic Cluj.

Despre lucrările Congresului al VI-lea al FIP au făcut expuneri prof. ing. Constantin Avram și ing. Mircea Lupan, președintele Grupului național român pentru precomprimare, director adjunct științific al INCERC.

Marea diversitate a problemelor tratate în cele peste 50 de rapoarte face extrem de dificilă prezentarea unor rezumate ale lucrărilor și de aceea mă voi limita numai la enunțarea domeniului abordat.

O serie de lucrări cuprind rezultate ale unor cercetări experimentale asupra comportării elementelor de beton armat și beton precomprimat și prezintă propuneri elaborate pe această bază pentru calcul și proiectare.

Astfel, sub conducerea prof. ing. C. Avram s-a efectuat un studiu asupra comportării elementelor de beton armat la torsiune cu încovoiere, elaborîndu-se o relație de calcul pentru stabilirea capacității portante, luînd în considerare atît aportul armăturii, cît și al betonului.

Într-o altă lucrare a prof. ing. C. Avram și prof. dr. ing. I. Filimon sînt date principiile calculului elementelor de beton simplu și beton slab armat, folosite în construcțiile masive și hidrotehnice. Acest studiu cuprinde concepțiile cele mai noi asupra comportării construcțiilor masive, fiind temeinic fundamentat pe rezultatele experimentale obținute de autori.

Un mare volum de date experimentale privind fisurarea elementelor de beton precomprimat cu armături preîntinse prezintă într-o altă lucrare prof. ing. C. Avram, prof. dr. ing. I. Filimon și ing. Toma Alexandru. Analiza rezultatelor obținute de autori permite să se stabilească relațiile de calcul și indicații constructive ce pot completa prescripțiile de proiectare.

Pe linia menționată se înscrie și lucrarea elaborată de dr. ing. E. Negoescu cu privire la calculul elementelor de beton armat solicitate la încovoiere în considerarea deplanării secțiunilor.

O activitate susținută în cunoașterea comportării elementelor armate din beton ușor s-a desfășurat la Institutul politehnic Cluj. Într-o lucrare elaborată de prof. dr. ing. I. Tertea și ing. T. Oneț se analizează rezultatele experimentale obținute de autori, stabilindu-se valorile procentului maxim și minim de armare pentru elemente încovoiate de beton ușor cu secțiune dreptunghiulară. De asemenea, se menționează particularitățile betonului ușor armat cu privire la rigiditate. Într-o altă lucrare, același colectiv se ocupă de efectul contracției și curgerii lente a betonului ușor asupra rigidității și fisurării grinzilor armate, ajungînd la concluzii ce permit elaborarea unor propuneri foarte utile proiectării.

Date interesante cu privire la comportarea elementelor de beton ușor a obținut colectivul condus de prof. ing. A. Negoiță de la Institutul politehnic Cluj.

Un mare număr de lucrări ale celei de a III-a Conferințe de betoane conțin soluții pentru structuri noi

de beton armat, propuneri pentru calculul acestora, rezultate ale încercărilor pe modele sau la scară naturală.

Astfel, în cadrul catedrei Construcţii de beton armat a Institutului politehnic Cluj de sub conducerea prof. ing. Mircea Mihăilescu a fost elaborată o suită de şase lucrări ce se ocupă de efectul curgerii lente asupra grinzilor de fundaţie, coeficienţi de rigiditate pentru bare cu secţiune variabilă necesari calculului cadrelor spaţiale, soluţii şi metode de calcul pentru structuri aparente rigide la forţe orizontale, alcătuirea şi calculul unor învelitori prefabricate din beton armat avînd forma unei suprafeţe de ordinul IV, calculul învelitorii cilindrice cu directoare cicloidală în teoria de încovoiere, precum şi calculul unei învelitori în formă de paraboloid circular pleoştit. Se cuvine a fi menţionată preocuparea acestui colectiv pentru finalizarea activităţii de cercetare prin urmărirea aplicării în practică a unor soluţii de structuri elaborate.

O soluţie interesantă de învelitoare subţire prefabricată concepută de acest colectiv a fost realizată de constructorii din Oraşul Gh. Gheorghiu-Dej, iar filmul color prezentînd fazele de execuţie a stîrnit un viu interes în rîndul celor prezenţi la Conferinţa de betoane.

O interesantă lucrare ce sintetizează preocupările unui colectiv din Institutul de proiectare pentru construcţii (IPC) condus de ing. Cruciţa Iacob se referă la soluţii moderne de proiectare a unor structuri etajate din beton armat tipizate, pentru laboratoare industriale, clădiri administrative, arhive şi garaje. De mare utilitate practică, studiul prezintă detalii privind concepţia generală a construcţiilor, ipotezele de calcul şi indicatorii de materiale.

Un colectiv de cercetători de la INCERC, compus din ing. V. Rey, A. Cambureanu, M. Tannenbaum şi alţii, a studiat posibilitatea realizării unor structuri de beton armat de tip turn pentru construcţiile sociale cu planşee rotite, realizate preturnat sau prefabricat şi rigidizate prin precomprimare.

Prezintă de asemenea interes sistemul de planşeu prefabricat cu înălţime redusă în care s-a utilizat conlucrarea elementelor prefabricate cu suprabetonări monolite. Soluţia, elaborată de un colectiv condus de conf. ing. R. Agent, este destinată unor structuri speciale din sectorul legumicol şi poate fi aplicată cu succes şi în alte domenii de proiectare.

Prin comunicarea susţinută de ing. D. Manari de la INCERC s-a readus în actualitate armocimentul ca material nou destinat realizării unor structuri autoportante uşoare. Referatul a expus succint experienţa INCERC în realizarea unui acoperiş de hală industrială din elemente cu secţiune transversală de tip W din armociment. Tot în legătură cu utilizarea armocimentului se mai poate menţiona lucrarea ing. V. Vasilache şi ing. E. Bumbăcea care se ocupă de realizarea unei cupole cu diametrul de 30 m alcătuită din chesoane din armociment prefabricate. Această structură a fost realizată pentru acoperirea holului central al clădirii rectoratului Institutului politehnic din Bucureşti.

Dr. ing. L. Kallar din Budapesta a expus o soluţie interesantă de acoperiş cu plăci curbe subţiri prefabricate realizată în Ungaria.

O soluţie practică de realizare a planşeelor prefabricate peste celulele silozului glisant din beton armat este expusă în referatul ing. V. Ticuţă din Ministerul Construcţiilor Industriale.

Multe lucrări prezentate la conferinţă se ocupă de diferite aspecte privind perfecţionarea calculului structurilor de beton armat şi, prin difuzarea conţinutului lor, se realizează un valoros schimb de experienţă între proiectanţi.

Astfel, merită să fie evidenţiată lucrarea ing. E. Keinzel, care a prezentat un calcul simplificat al structurilor multietajate în alcătuirea cărora intră diafragme şi cadre, ţinînd seama de răsucirea structurii în ansamblu. Tot pe această linie se înscrie şi lucrarea prezentată de conf. I. Grüner, de la Institutul politehnic Timişoara, care expune o nouă metodă de calcul pentru acoperişurile lamelare cilindrice din elemente prefabricate. O contribuţie meritorie la studiul comportării inelastice a structurilor supuse la solicitări seismice poate fi considerată lucrarea prof. ing. C. Avram, prof. ing. O. Mîrşu şi dr. ing. C. Bob privind evaluarea ductilităţii şi energiei de deformaţie a elementelor de beton armat. Tot în acest domeniu al comportării inelastice a structurilor la solicitări seismice se înscrie şi lucrarea ing. Fl. Dabija, care prezintă cele mai caracteristice aspecte puse în evidenţă în cadrul analizei seismice dinamice a unei structuri multietajate de beton armat, efectuată cu ajutorul unui calculator electronic analogic. Lucrarea subliniază faptul că analiza comportării structurii în domeniul inelastic constituie un element care nu poate fi neglijat în proiectarea antiseismică modernă.

În domeniul învelitorilor subţiri, pe lîngă lucrările realizate de prof. ing. M. Mihăilescu, au fost prezentate rapoarte ale inginerilor C. Arkosi şi C. Kegyes cu privire la calculul paraboloizilor hiperbolici jumelaţi rezemaţi pe un stîlp central, cea a ing. B. Szasz cu privire la calculul învelitorilor curbe subţiri de contur dreptunghiular şi pătrat, precum şi cea a ing. G. Bîrsan cu privire la vibraţiile plăcilor plane şi ale învelitorilor subţiri cu mică curbură pe contur trapezoidal.

Tendinţa actuală în domeniul calculului structurilor de beton armat este orientată spre cuprinderea cît mai completă a tuturor factorilor ce intervin în modul de comportare a acestor structuri pentru obţinerea unor soluţii cît mai eficiente sub aspect constructiv şi economic. La Conferinţa de betoane au fost remarcate două categorii de lucrări care se înscriu în această tendinţă : unele care ţin seama de caracterul spaţial al structurilor, abordînd un calcul adecvat acestei concepţii, altele care iau în considerare conlucrarea dintre suprastructură şi fundaţie.

Printre lucrările de acest gen trebuie menţionată cea a ing. D. Anastasiu care se ocupă de efectul deformaţiilor de durată în calculul cadrelor spaţiale de beton armat pe reazeme elastice.

Într-un domeniu specific, acela al podurilor, necesitatea luării în considerare a conlucrării dintre bare pe mai multe direcţii apare de asemenea evidentă. Un referat cu conţinut în acest sens a fost expus de conf. dr. ing. V. Bota, care se ocupă de repartizarea încărcărilor la podurile oblice cu mai multe grinzi şi antretoaza rigidă în cîmp. În această lucrare se acceptă că rigiditatea la răsucire a grinzilor principale şi a antretoazei de capăt, precum şi rigiditatea la încovoiere a acesteia din urmă, sînt neglijabile.

Tot ca o manifestare în această direcţie poate fi considerată şi lucrarea colectivului format din ing. A. Constantinescu, R. Cosma şi L. Popovici, care fac o analiză bazată pe comportarea reală a dalelor oblice executate din elemente prefabricate fără antretoaze.

De asemenea, lucrarea ing. T. Petrişor se evidenţiază prin sublinierea efectelor conlucrării dintre tablier şi boltă la un pod de şosea cu calea sus, avînd deschiderea bolţii de 90 m, cu boltă flexibilă şi tablierul rigid. Trebuie remarcat că viaductul descris a fost deja realizat şi dat în circulaţie după o încercare prealabilă în natură.

Încercările au confirmat valabilitatea metodelor de calcul adoptate de autor pentru interpretarea conlucrării dintre un tablier rigid şi bolta flexibilă.

O altă lucrare, semnată de inginerii A. Pop, E. Tripa şi I. Radu, se ocupă de stabilitatea grinzilor de beton armat solicitate la încovoiere cu torsiune. În lucrare se urmăreşte obţinerea de relaţii de calcul cu ajutorul cărora se determină sarcina critică de flambaj lateral, luînd în considerare condiţiile de lucru ale grinzii.

O serie de referate din domeniul calculului structurilor sînt însoţite de verificări reuşite pe modele, care atestă capacitatea cercetătorilor de a găsi mijloace experimentale ieftine şi concludente. Este cazul de a menţiona în acest sens lucrarea prof. dr. ing. Marcel Van Laethem din Belgia care verifică pe model teoria de membrană a lui Goldenveizer pentru o cupolă solicitată de o sarcină locală într-un punct oarecare.

Un studiu interesant, teoretic şi experimental, pentru eforturi şi suprafeţe de influenţă la plăci plane cu contur oarecare a elaborat prof.

dr. ing. V. Ille şi colectivul său de la Institutul politehnic din Cluj. De asemenea, ing. V. Gioncu de la INCERC Timişoara prezintă aspecte privind încercările efectuate asupra unor modele de paraboloizi eliptici din mortar de ciment armat. Rezultate experimentale originale a obţinut ing. A. Wintze, de la Institutul de construcţii Bucureşti, care, ocupîndu-se de principiile modelării fotoelastice a betonului armat cu ajutorul unor răşini casante armate, a extins această metodă la structuri static nedeterminate, reuşind să obţină date foarte concludente cu privire la redistribuirea eforturilor în sisteme static nedeterminate, scheme de rupere pentru grinzi-pereţi şi diafragme cu goluri. Acest gen de modelare permite evaluarea unor fenomene de comportare în verificările experimentale pe modele ieftine.

O problemă de mare importanţă economică este elaborarea unor prevederi de proiectare raţionale pentru stabilirea rezistenţei la incendiu a structurilor de beton armat. Experienţele efectuate la INCERC lărgesc treptat gradul de cunoaştere a comportării la incendiu a materialelor şi elementelor de rezistenţă. În conferinţă, ing. D.V. Dumitrescu şi dr. ing. M. Tannenbaum au prezentat rezultate recente asupra comportării la acţiunea incendiului a planşeelor din prefabricate.

Doi cercetători din Franţa, ing. Bernard Fourè şi conf. ing. Michel Pommeret, au expus lucrările lor experimentale, efectuate la Centrul de cercetări pentru structuri din St. Rémy-les-Chevreuses, cu privire la comportarea rosturilor verticale dintre panouri perpendiculare şi coplanare.

Alte lucrări prezintă interes practic pentru proiectare deoarece fac propuneri menite să contribuie la reducerea consumului de metal, industrializarea construcţiilor etc.

Pe această linie se înscriu lucrările ing. M. Weissenberg de la INCERC, vizînd căile de reducere a consumului de oţel în proiectarea construcţiilor de beton armat, precum şi posibilităţile de extindere a utilizării oţelurilor superioare.

Prezintă interes teoretic şi practic lucrarea ing. A. Stănescu şi ing. D. Teodorescu, de la I.P.C.F. Bucureşti, care au elaborat un studiu de modulare şi optimizare pentru proiectarea podurilor de cale ferată din beton precomprimat. Tipurile de grinzi au fost modulate pentru a permite ca tiparele să se alcătuiască din elemente de inventar utilizabile la toată gama grinzilor, indiferent de deschiderea lor. Optimizarea tipurilor de grinzi s-a realizat utilizînd un calculator electronic de tip Siemens 4004 aparţinînd Ministerului Transporturilor.

Avînd în vedere că cea de-a IV-a Conferinţă de betoane, ce urmează să aibă loc în 1971, va avea ca preocupări aspecte ale utilizării prefabricatelor, la conferinţa de la Cluj s-au abordat numai probleme privind tehnologia betonului monolit. Acest domeniu prezintă importanţă, deoarece o mare parte din volumul construcţiilor se execută încă din beton turnat pe şantiere. În conferinţă s-au dat cîteva cifre elocvente care marchează ponderea betonului monolit în volumul total al lucrărilor de beton în cîteva ţări. Astfel, volumul total al betonului monolit constituie: 88% în Anglia, 89% în Belgia, 81% în Olanda, 91% în R.F.G., 90% în Franţa, 75% în S.U.A., 70% în U.R.S.S., 90% în R.S.R.

Apare evidentă importanţa perfecţionării continue a tehnologiei betonului monolit.

Deşi numărul lucrărilor cu conţinut tehnologic prezentate la Conferinţa a III-a de betoane a fost relativ redus, totuşi discuţiile purtate la acest capitol au fost foarte vii, participanţii dovedind interes în ilustrarea prin exemple, diapozitive şi filme a unei experienţe bogate ale şantierelor noastre.

Un colectiv condus de ing. D. Anastasescu a expus un procedeu nou de execuţie a clădirilor înalte, în curs de aplicare la hotelul ,,Continental" din Timişoara. La această clădire, diafragmele de beton se realizează monolit pe toată înălţimea construcţiei cu ajutorul cofrajelor metalice plane de mari dimensiuni, iar planşeele din dale prefabricate. Prezintă interes sistemul de îmbinare şi monolitizare ce conferă o continuitate bună pe toată suprafaţa palierelor. Prin noul procedeu se realizează un ritm rapid de execuţie, unele economii de materiale şi manoperă.

Ing. G. Asandei şi ing. M. Barbaiani au prezentat un procedeu de execuţie a diafragmelor de beton cu ajutorul cofrajelor din panouri de beton armat. Procedeul constă în folosirea a două panouri prefabricate de beton armat, cu grosimea de 10 sau 12 cm, între care se toarnă o diafragmă de beton. Printre avantajele susţinute de autori se menţionează: consum minim de metal, reducerea totală a consumului de lemn, investiţie iniţială redusă, obţinerea unor feţe netede etc.

Tehnologia de turnare în cofraje glisante a fost examinată în lucrarea unui colectiv condus de ing. T. Patelli, intitulată ,,Contribuţii la tehnologia de execuţie a construcţiilor monolite din beton armat folosind cofrajele glisante". Referatul sintetizează principalele contribuţii ale Întreprinderii 4 construcţii-montaj Iaşi în executarea unor silozuri de mare capacitate, coşuri de fum, castele de apă etc.

Ing. V. Dascălu a făcut cunoscută o metodă interesantă în care utilizează un cofraj semiglisant cu ajutorul căruia s-au executat pereţii de beton armat ai celulelor frigorifice ale unui siloz de legume-fructe din oraşul Iaşi.

Ing. G. Asandei a prezentat într-o lucrare rezultate interesante ale unor studii şi încercări menite să elucideze cauzele care duc în prezent la deficienţe calitative ale unor lucrări glisate, recomandînd, pe baza lor, unele măsuri de îmbunătăţire a tehnologiei de glisare. Lucrarea este de stringentă actualitate, deoarece nu se cunosc suficient de bine o serie de fenomene ce generează defecte de execuţie. Imaginile expuse în conferinţă de ing. T. Dinescu privind categoria defectelor întîlnite în tehnologia cofrajelor glisante sînt alarmante şi necesită o preocupare serioasă pentru îmbunătăţirea calităţii lucrărilor.

O serie de participanţi la discuţii au adus în conferinţă multe exemple concrete de realizări din domeniul practicii betonului armat, iar alţii au expus concepţii noi cu privire la utilizarea noilor cercetări în domeniul structurilor de beton armat.

Merită a fi evidenţiate intervenţiile în acest sens ale acad. prof. Ştefan Bălan, prof. ing. Gh. Călin, conf. ing. A. Mihul, prof. ing. M. Mihăilescu, prof. ing. A. Negoiţă, prof. dr. ing. D. Dumitrescu, ing. P. Vernescu, ing. M. Lupan, prof. ing. C. Avram, ing. M. State, ing. I. Neacşu ş.a.

Participanţii au relevat faptul că întîlnirile specialiştilor în domeniul betonului armat în cadrul conferinţelor de betoane constituie un schimb de experienţă util şi stimulează în acelaşi timp interesul proiectanţilor, cercetătorilor şi executanţilor pentru realizarea unor lucrări valoroase.

Lucrările celei de-a III-a Conferinţe de betoane de la Cluj au marcat o etapă nouă pe calea dezvoltării teoriei şi practicii betonului armat în România, demonstrînd că preocupările betoniştilor noştri se înscriu în tendinţele şi orientările existente pe plan internaţional, aducînd totodată contribuţii valoroase în acest domeniu.

Conf. dr. ing. **I. Nicula**

CONCLUZIILE CONFERINŢEI

Ritmul intens de dezvoltare a economiei României, vastul program de investiţii în industrie, agricultură, transporturi, gospodăria comunală, construcţia de locuinţe şi edificii social-culturale impun perfecţionarea continuă a sistemelor constructive şi a tehnologiilor de execuţie pentru structurile de rezistenţă din beton armat, care reprezintă o pondere deosebit de importantă în cadrul lucrărilor de construcţii-montaj.

Betonul a devenit cel mai răspîndit material de construcţie şi probabil va continua să deţină primul loc în deceniile următoare datorită avantajelor sale tehnico-economice unanim recunoscute. Volumul lucrărilor de beton creşte an de an în toată lumea. În ţara noastră se constată la fiecare cinci ani o dublare a volumului de beton turnat.

Această constatare impune valorificarea superioară a posibilităţilor tehnice ale acestui material, elaborarea şi aplicarea de soluţii noi cu eficienţă tehnico-economică sporită.

În zilele de 22—24 octombrie 1970, peste 300 de specialişti din execuţie, proiectare, cercetare şi învăţămînt superior s-au întrunit la Cluj în cea de-a III-a Conferinţă de betoane, pentru a dezbate probleme actuale ale calculului şi realizării structurilor de beton în corelaţie cu tendinţele actuale pe plan internaţional ale teoriei şi practicii betonului, betonului armat şi betonului precomprimat. Totodată, la conferinţă au fost discutate probleme privind elaborarea unor structuri eficiente cu grad ridicat de industrializare, reducerea consumului de lemn şi metal, utilizarea betoanelor şi a oţelurilor cu rezistenţe superioare, extinderea construcţiilor de beton precomprimat, introducerea pe scară largă a betoanelor uşoare, perfecţionarea metodelor de calcul, dezvoltarea unor tehnologii eficiente pentru a răspunde mai bine cerinţelor vieţii contemporane, stimulînd totodată evoluţia formelor structurale ale arhitecturii moderne.

Conferinţa, organizată de consiliul naţional al inginerilor şi tehnicienilor, în colaborare cu Ministerul Construcţiilor Industriale şi Institutul politehnic din Cluj, s-a bucurat de participarea unor distinşi oaspeţi specialişti în domeniul betonului armat din Belgia, Bulgaria, Cehoslovacia, Franţa, Republica Democrată Germană, Italia şi Ungaria.

Rapoartele generale, referatele şi discuţiile s-au desfăşurat în cadrul a trei teme:

— Probleme ale teoriei, calculului şi proiectării structurilor de beton armat.

— Tehnologii moderne de execuţie în beton monolit.

— Învelitori subţiri.

Lucrările au scos în evidenţă nivelul ridicat de abordare a problemelor teoretice şi practice, preocuparea participanţilor pentru introducerea celor mai noi realizări ale ştiinţei şi tehnicii în activitatea de concepţie şi execuţie a structurilor de beton armat, constituind totodată un util schimb de experienţă între constructori.

Conferinţa a constatat că în institutele de proiectare şi cercetare, la catedrele de profil, există preocupări valoroase pentru adîncirea cunoaşterii comportării betonului armat în elementele şi structurile de rezistenţă, în concordanţă cu tendinţele care se manifestă pe plan internaţional.

Specialiştii din domeniul betonului armat manifestă interes pentru aplicarea cercetărilor în producţie, contribuind la concretizarea rezultatelor în structuri cu eficienţă sporită şi care permit aplicarea unor tehnologii cu grad ridicat de industrializare.

Din lucrările conferinţei s-au desprins următoarele concluzii:

1. Ca în orice domeniu de activitate, progresul tehnic acţionează şi în construcţii continuu şi în ritm accelerat, solicitînd specialiştii la eforturi de asimilare de noi cunoştinţe şi la concretizarea acestora în realizarea unor construcţii eficiente, corespunzător exigenţelor contemporane.

Este o trăsătură caracteristică profesiunii de inginer de a manifesta receptivitate şi entuziasm în aplicarea celor mai noi soluţii în proiectare şi execuţie. În acest mod contribuim şi la creşterea continuă a prestigiului profesiunii noastre, obţinînd totodată satisfacţia realizării profesionale şi civice.

2. Experienţa acumulată pe plan mondial în teoria şi practica betonului armat, ca şi rezultatele cercetării ştiinţifice din ţara noastră arată că volumul şi nivelul de cunoştinţe acumulate de inginerii noştri, care pot fi utilizate în munca de concepţie, sînt superioare prevederilor unor prescripţii de proiectare şi execuţie în vigoare din domeniul betonului armat. Paralel cu aceasta, în conferinţă s-a cerut unificarea normelor de proiectare şi execuţie pentru elementele şi construcţiile de beton, beton armat şi beton precomprimat, eliminîndu-se situaţia actuală cînd există mai multe prescripţii cu prevederi necorelate, uneori contradictorii. Pînă la elaborarea acestor prescripţii unificate, conferinţa apreciază oportunitatea aplicării cu mai multă operativitate a actualelor prescripţii de calcul al elementelor de beton armat ce conferă un grad mai raţional de siguranţă construcţiilor, concomitent cu reducerea consumului unor materiale deficitare.

3. Lipsa unei fundamentări riguroase în prescripţiile de proiectare pentru structurile de beton armat din zone seismice a dus uneori la supradimensionări, iar alteori la un grad de siguranţă nesatisfăcător. În parte, asemenea deficienţe sînt datorate şi insuficienţei de date experimentale în legătură cu comportarea structurilor de beton armat la solicitări similare celor seismice.

Apare necesitatea ca specialiştii să se preocupe mai intens de acumularea unor date experimentale, care să poată fi eficient valorificate în elaborarea noilor prescripţii de calcul la cutremure.

4. Una din tendinţele actuale în construcţii, existentă pe plan mondial, este reducerea greutăţii elementelor structurilor de beton armat. Pe această linie se înscrie utilizarea betoanelor uşoare, precum şi folosirea betoanelor şi oţelurilor de înaltă rezistenţă, îndeosebi pe calea precomprimării.

5. Numeroase cercetări încheiate în anii trecuţi au creat condiţiile introducerii în execuţia structurilor de beton a unor materiale şi procedee noi, cum sînt oţelurile superioare, cimenturile de înaltă rezistenţă şi cu întărire rapidă, cofrajele spaţiale. Participanţii la conferinţă au relevat faptul că actualmente extinderea acestor materiale este limitată, între altele, de nerealizarea pe scară industrială a plaselor sudate din sîrmă trasă, de gama încă redusă de utilaje grele de ridicat şi transportat etc.

6. Betonul monolit continuă să ocupe încă un loc important în realizarea unor structuri industriale şi social-culturale. Conferinţa relevă că inginerii şi tehnicienii de pe şantiere sînt preocupaţi de utilizarea unor procedee de execuţie cu grad ridicat de industrializare, urmărind reducerea consumului de lemn, a volumului de manoperă şi a duratei de execuţie la lucrările monolit. Se utilizează cofrajele glisante, cofrajele metalice specializate şi universale, structuri mixte din prefabricate şi beton monolit ş.a.

Totodată, se constată că există un cîmp vast în care — la lucrările de beton monolit — pot fi utilizate procedee tehnologice noi, care duc la creşterea productivităţii muncii şi la îmbunătăţirea calităţii execuţiei. În această privinţă, rolul inginerilor este de primă importanţă şi el hotărăşte în ultimă instanţă introducerea acestor metode noi.

7. Calitatea lucrărilor de construcţii depinde în cel mai înalt grad de interesul şi exigenţa manifestată de ingineri, tehnicieni şi muncitori, începînd cu activitatea de concepţie şi pînă la darea în funcţiune a obiectivelor.

Coeficienţii de siguranţă nu sînt destinaţi şi nici nu pot acoperi erori de proiectare şi execuţie a structurilor de beton armat. Este de datoria tuturor constructorilor de a contribui la îmbunătăţirea calităţii betonului armat, de care depinde în mod hotărîtor capacitatea portantă a structurilor.

Conferinţa apreciază că este necesară o creştere substanţială a exigenţei pentru respectarea riguroasă a tuturor regulilor tehnologice impuse asigurării unei calităţi ridicate a lucrărilor de beton şi beton armat. Totodată, în vederea îmbunătăţirii corespunzătoare a indicelui de omogenitate a betoanelor, apare necesară perfecţionarea prescripţiilor privind controlul calităţii betoanelor cu folosirea sistematică a metodelor statistice în cadrul unei corelări strînse cu prevederile normelor de calcul şi proiectare.

8. Învelitorile subţiri oferă multiple posibilităţi de realizare a unor structuri de beton armat eficiente, prefabricate şi monolite, cu greutate redusă, lărgind totodată varietatea expresiei arhitecturale.

În acest domeniu, specialişti din ţara noastră au adus contribuţii valoroase, apreciate şi pe plan internaţional.

Este firesc ca economia naţională să beneficieze în mai mare măsură de propriile noastre cercetări. Se impune o colaborare mai strînsă între specialiştii consacraţi problemelor teoretice şi experimentale din acest domeniu şi proiectanţi.

La conferinţă s-a arătat că există condiţii ca specialiştii în învelitori să elaboreze îndrumătoare cu soluţii practice de calcul, utile inginerilor din proiectare şi execuţie. Considerăm utilă recomandarea ca pentru lucrări cu caracter de unicat să se apeleze şi la cercetarea experimentală pe modele.

9. Volumul mare de informaţii tehnico-ştiinţifice, generat de avîntul actual al progresului tehnic, impune o împrospătare sistematică şi continuă a cunoştinţelor.

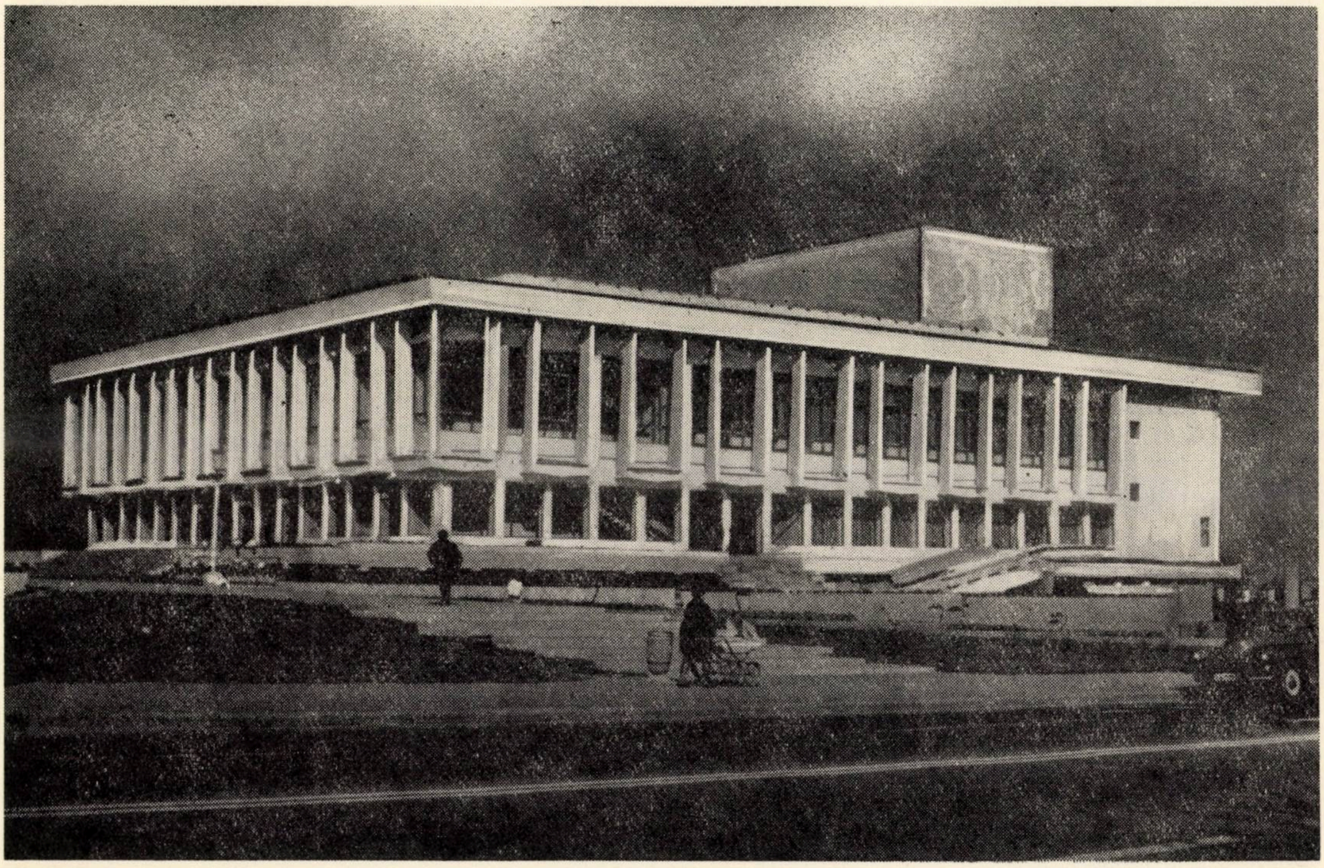
O cale ce şi-a dovedit eficienţa o constituie conferinţele naţionale în problemele betonului, organizate periodic de Consiliul naţional al inginerilor şi tehnicienilor.

S-a menţionat necesitatea intensificării schimbului de experienţă între specialişti în domenii mai restrînse, orientate spre soluţionarea unor probleme tehnice de actualitate stringentă cerute de producţie.

Perfecţionarea cunoştinţelor de specialitate se poate obţine cu mai mare eficienţă în primul rînd pe calea unor cursuri de profil. Comisia de betoane a C.N.I.T. îşi propune să organizeze cursuri pe probleme importante privind principii noi de calcul şi proiectare a elementelor şi structurilor de beton armat, metode moderne de execuţie, tehnologia betonului precomprimat şi prefabricat etc.

10. Conferinţa apreciază eforturile Consiliului naţional al inginerilor şi tehnicienilor de a fi organizat, într-un interval scurt de timp, trei conferinţe naţionale de betoane, cu conţinut interesant şi util pentru un cerc larg de specialişti din ţara noastră, contribuind astfel la polarizarea eforturilor inginerilor români spre preocupări majore din domeniul betonului armat.

11. Participanţii la cea de-a III-a Conferinţă de betoane s-au angajat în unanimitate să muncească cu competenţă şi devotament, antrenînd şi pe ceilalţi specialişti la îndeplinirea exemplară a sarcinilor ce le revin în producţie, contribuind pe această cale la promovarea progresului tehnic, la dezvoltarea patriei noastre socialiste.



Casa de cultură Galaţi

RECENZII

Gotthard Franz

KONSTRUKTIONSLEHRE DES STAHLBETONS. BAND II, TRAGWERKE

Construcţii de beton armat, vol. II Structuri
444 p., cca 300 ilustraţii
Ed. Springer, Berlin, 1969.

Personalitatea prof. *Gotthard Franz*, titularul catedrei de construcţii de beton armat de la Politehnica din Karlsruhe, este binecunoscută. Reamintim că anul trecut, cu prilejul împlinirii vîrstei de 65 ani, i s-a consacrat un volum omagial, apărut în editura W. Ernst und Sohn, la care au contribuit cu comunicări numeroşi specialişti din R.F. a Germaniei şi din alte ţări.

Din cele trei volume care formează cartea prof. *G. Franz*, primul, apărut în 1964, cuprinde o parte introductivă (*Grundlagen*), după care se ocupă de alcătuirea elementelor de construcţii (*Bauelemente*); al doilea, apărut în 1969, tratează structurile (*Tragwerke*), iar al treilea, încă nepublicat, urmează să se refere la construcţii în ansamblu (*Bauwerke*).

Modul în care este organizată prezentarea materialului din volumul II reflectă în mod vizibil efortul autorului de a-şi axa expunerea mai puţin pe tipuri de structuri sau de sisteme constructive şi mai mult pe ceea ce s-ar putea numi ,,probleme de ordin general", amintind sub acest aspect de maniera unora din capitolele cursului de construcţii de beton armat al regretatului profesor *M. Hangan*.

Sistemele constructive sînt de fapt prezentate numai în primul capitol al volumului, intitulat ,,Structuri", şi anume în ordinea:

— sisteme formate din elemente liniare (din bare);

— sisteme de suprafaţă (diafragme, plăci plane, plăci subţiri prismatice şi curbe, acoperişuri suspendate);

— sisteme tridimensionale (blocuri).

În capitolele următoare, care formează partea cea mai mare a volumului II, se trece în întregime la studiul unor probleme generale legate de proiectarea structurilor, unele din ele avînd chiar o sferă mai largă de aplicaţie decît cea a structurilor de beton armat. Astfel:

Capitolul II este consacrat *încărcărilor care acţionează asupra construcţiilor*, începînd cu încărcările permanente şi temporare şi continuînd cu încărcările date de lichide, de materiale pulverulente însilozate şi de împingerea pămîntului.

În capitolul III, deosebit de interesant şi original ca manieră de grupare şi sinteză a problemelor, se tratează *rezemările construcţiilor de beton armat*, împărţite după cum urmează:

— reazeme izolate (pe teren sau pe alte elemente de construcţii);
— reazeme de suprafaţă, în care sînt incluse şi tălpile continue de fundaţii);
— fundaţii pe piloţi;
— transmiterea la reazeme a forţelor orizontale;
— ancoraje pentru preluarea forţelor de întindere;
— efectul tasării reazemelor;
— reazeme provizorii.

Capitolul IV se referă la *calculul de ordinul II al structurilor de beton armat*. De fapt, aici sînt cuprinse şi problemele care în literatură sînt în general, în mod impropriu, denumite probleme de instabilitate (flambaj). Autorul subliniază pe bună dreptate că la elementele de beton armat o pierdere a stabilităţii nu apare decît în cazuri cu totul speciale, în rest fiind vorba numai de o reducere a capacităţii portante în raport cu influenţa momentelor de ordinul II. Se tratează acest aspect pentru: stîlpi, cadre, arce, deformaţiile transversale ale grinzilor subţiri şi ale diafragmelor etc.

Capitolul V este consacrat studiului *siguranţei construcţiilor*. Se analizează caracterul avariilor posibile şi al consecinţelor lor (fisuri, deformaţii mari, ruperi, corodări), după care se face o analiză a siguranţei mergînd de la local la general: siguranţa la solicitări punctuale (locale), siguranţa secţiunilor, a elementelor, a structurilor în ansamblu, a rezemărilor, precum şi criteriile de stabilire a coeficienţilor de siguranţă.

Un aspect deosebit de valoros îl constituie vasta bibliografie, la curent cu cele mai noi şi mai reprezentative lucrări şi bine valorificată în cursul expunerii.

Desigur, materialul cuprins în volumul II nu epuizează problemele de ordin general ale structurilor de beton armat, lipsind de exemplu prezentări la acelaşi nivel de generalitate şi de sinteză ale unor probleme cum ar fi: comportarea structurilor de beton armat în domeniul plastic, comportarea la solicitări dinamice, particularităţile de concepţie statică şi de calcul ale structurilor din elemente prefabricate etc. Dar este dificil ca o asemenea lucrare să fie exhaustivă. Simplul fapt de a atrage atenţia, prin modul de prezentare a materialului, că rolul unui tratat de nivel superior în domeniul construcţiilor de beton armat nu se limitează la o enumerare descriptivă a unor sisteme sau detalii constructive, reprezintă o calitate care merită a fi subliniată.

Sub acest aspect şi prin conţinutul ei, cartea prof. *G. Franz* aduce un suflu nou şi o realizare de cel mai modern nivel în problema dificilă şi controversată (şi care rămîne deschisă în continuare) a modului optim de alcătuire şi dozare a unui curs sau tratat de sinteză asupra construcţiilor de beton armat.

Conf. ing. **Radu Agent**

PANOU IZOLATOR PENTRU ACOPERIŞ ŞI PEREŢI

Panoul ,,Perfrias", fabricat de firma ,,Davum" (Franţa), este constituit din două table galvanizate paralele, ranforsate cu nervuri, între care este injectată o spumă poliuretanică de mică densitate (35 kg/m^3). Etanşeitatea este asigurată printr-o eclisă de îmbinare studiată minuţios: discontinuitatea între cele două feţe suprimă orice punte termică. Materialul, care există în lungimi pînă la 12 m, este recuperabil în caz de demontare. Coeficientul de transmisie termică $K = 0{,}635$. Greutatea: 14 kg pe m^2.

Sînt prevăzute diverse accesorii, fie pentru utilizarea la faţade (coame, racorduri cu solul), fie pentru utilizarea la acoperire (jgheab de coronament, coronament cu suprafaţă exterioară).

După ,,Batir", februarie 1970

STICLĂ IZOLANTĂ MAI IEFTINĂ

Un nou adeziv etanş realizat în R. F. a Germaniei în domeniul maselor plastice va putea asigura, pe lîngă o importantă reducere a preţului de cost, fabricarea în serii mari a unei sticle izolante pentru geamuri rezistente la condiţii extreme. Obţinută prin sudarea sau lipirea mai multor foi, această sticlă prezintă, în afară de proprietăţi termo- şi fonoizolante, avantajul că nu trebuie spălată atît de des ca geamurile obişnuite, efectul de aburire fiind eliminat chiar la temperaturi foarte scăzute, graţie straturilor de aer uscat care se află între foile de sticlă.

După ,,Prisma" nr. 6/1970

UN PROCEDEU DE CONSTRUCŢIE ACCELERATĂ A CLĂDIRILOR ÎNALTE

Inginerul belgian Pierre Clerq a conceput şi pus la punct un nou procedeu de construcţie a fundaţiilor, care a fost brevetat în lumea întreagă şi a primit o medalie de aur la Expoziţia de brevete din New York. Procedeul permite accelerarea construcţiilor de imobile care posedă un oarecare număr de subsoluri destinate să fie amenajate pentru parcarea autovehiculelor.

Conform tehnicilor tradiţionale, atunci cînd se clădeşte un bloc, lucrarea se începe cu excavarea terenului. După aceea sînt construite subsolurile, începîndu-se ,bineînţeles, cu cel situat la cea mai mare adîncime. Construcţia clădirii de la nivelul solului în sus nu se efectuează decît după terminarea subsolurilor. Rezultă că blocul începe să se ridice mult timp după pornirea lucrărilor.

Din contra, datorită invenţiei inginerului belgian, denumită *procedeul Dynabat de construcţie simultană*, parterul se construieşte chiar de la început şi înainte de a se excava subsolurile. Etajele sînt apoi construite simultan cu nivelurile situate în subteran. Aplicarea acestui sistem de construcţie permite un cîştig de timp de 6—18 luni, în funcţie de importanţa şantierului. Pentru a se obţine acest rezultat, la începutul lucrărilor se sapă puţuri foarte adînci şi de mari dimensiuni, în care se îngroapă grinzi metalice speciale care pot suporta etajele şi subsolurile executate simultan. Sarcinile repartizate pe aceste coloane de fundaţie pot atinge mai multe mii de tone pe coloană.

Procedeul *Dynabat* a fost deja aplicat cu succes la construirea imobilului Philips, din piaţa Brouckere, din Bruxelles, scurtînd durata lucrărilor cu un an. Fundaţii de acelaşi tip au fost realizate la Bruxelles la construcţia altor clădiri şi vor fi aplicate, de asemenea, la construcţia zgîrie-norului World Trade Center din New York.

După *Belgique economie + technique*, nr. 2, 1970.

INSTALAŢIE DE PREPARARE A BETONULUI CU SISTEM PERFECŢIONAT DE DOZARE

Firma franceză ,,Aequitas'' a construit o instalaţie de preparare a betonului în care dozarea agregatelor, cimentului şi apei se face automat. Ceea ce o deosebeşte de alte instalaţii similare este faptul că dozarea se face în greutate, cu o precizie superioară, datorită faptului că toate elementele componente sînt aduse la un grad higrometric constant prin adăugarea unei cantităţi de apă denumită *apă de compensare*.

În reţetele de preparare a betonului, dozările sînt precizate pornindu-se de la agregate uscate. În practică însă, acestea cuprind un anumit procent de umiditate, care în cazul nisipului, de pildă, variază de la 0 la 12%. În instalaţie se foloseşte o sondă cu neutroni, care măsoară umiditatea şi stabileşte cantitatea de *apă de compensare* necesară pentru a se aduce orice nisip la umiditatea de 12%. *Apa de compensare* şi apa de malaxare sînt dozate separat, fiecare în cîte un rezervor.

Agregatele sînt dozate într-o pîlnie lungă dispusă sub şirul de bene. Ele sînt susţinute de patru dinamometre de tracţiune TA 6 de cîte 6 t fiecare. Indicatorul corespunzător, de tip PM 8, este gradat de la 0 la 15 t din 20 în 20 kg.

Cimentul este prelevat dintr-unul din silozurile de stocare corespunzător diferitelor calităţi utilizate. El este dozat într-o pîlnie de 3 t, susţinută de trei dinamometre de tracţiune tip TA 2 de cîte 2 t.

Apa de compensare este dozată într-un mic rezervor cilindric cu axul vertical, susţinut de-a lungul axului de un dinamometru de compresiune de 2 t.

Apa de malaxare este dozată într-un rezervor cilindric vertical suspendat de un dinamometru de tracţiune de 2 t.

Determinările făcute asupra acestor două rezervoare se citesc pe un singur indicator PM 8 cu comutare, gradat de la 0 la 1 000 kg, din 2 în 2 kg.

După *Bâtir*, nr. 185, iulie 1970.

PANOURI TERMICE DE O NOUĂ CONCEPŢIE

Doi inventatori elveţieni au pus la punct un procedeu care va concura mijloacele tradiţionale de încălzire folosite în construcţii. Este vorba de panouri încălzitoare de o concepţie nouă. De multă vreme se caută înlocuirea radiatoarelor şi a altor sisteme de încălzire care provoacă o circulaţie de aer, cu un procedeu care să acţioneze prin radiaţie. În acelaşi timp, calitatea rezultatelor obţinute printr-un astfel de procedeu este limitată de modul de izolare a clădirii. Idealul constă în a se obţine artificial o temperatură uniformă pe întreaga suprafaţă a încăperii, menţinîndu-se în interior un aer ambiant, avînd o temperatură inferioară cu cîteva grade. În acest scop, cei doi inventatori elveţieni au creat panouri compuse dintr-o placă de izolare termică pe care este dispus un corp de încălzire. Montarea se face fie prin lipirea pe plafonul existent, fie prin încorporarea într-o dală de beton în momentul cînd aceasta este turnată. Iradierea care provine de la plafon încălzeşte pereţii laterali ai încăperii şi solul, asigurînd o temperatură constantă. Pe de altă parte, ansamblul sistemului neavînd decît o inerţie redusă, funcţionează, practic, din momentul cînd este pus sub tensiune, puterea maximă pe m² atingînd 170 W. Se apreciază că în condiţii normale de exploatare, acest procedeu nou nu este mai costisitor decît mijloacele tradiţionale de încălzit.

După ,,Nouvelles Economiques de Suisse'', nr. 6/1970

16.bauma

Tîrgul Internaţional al maşinilor de construcţii München 27 februarie - 7 martie 1971

PUBLICOM

Informaţii se pot obţine de la:
Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH
8 München 12 ■ Theresienhöhe 13 ■ Telefon (0811) 76711

UN NOU MATERIAL DE MARE REZISTENŢĂ

Sub denumirea de *Keraion* a fost lansat, de către o firmă din R. F. a Germaniei, un nou material de construcţie, care se evidenţiază faţă de materialele ceramice curente prin două avantaje hotărîtoare : panourile din *Keraion* au suprafaţă mare şi o grosime de numai 8 mm. Noul material prezintă o rezistenţă absolută la lumină, frig, coloranţi, acizi şi baze, precum şi la intemperii. Rezistenţa la compresiune este de 2000 kg/cm^2. În ce priveşte coloritul, *Keraion* va putea satisface toate dorinţele proiectanţilor.

După „Prisma" nr. 6/1970

Folosirea materialelor plastice în construcţiile civile

Industria construcţiilor civile foloseşte din ce în ce mai mult materialele plastice, dîndu-le diverse utilizări ; în prezent asistăm la o creştere remarcabilă a numărului de case construite din plastic armat cu fibre de sticlă, ca de exemplu : casa Futuro din Finlanda, casa cilindrică Bayer, casa Feierbach etc. Numai în R.F.G. se găsesc actualmente pe piaţă 13 tipuri diferite de tocuri de fereastră din materiale plastice. Majoritatea sînt fabricate integral din PVC, iar unele includ elemente din oţel, aluminiu sau lemn.

O nouă idee pentru construirea rapidă a unor adăposturi provizorii a fost realizată de către firma ,,Bayer", care a construit o unitate productivă de 2,5 t, transportabilă cu camionul. Ea produce domuri din spumă poliuretanică rigidă, care au aspectul unor igluuri. Aceste domuri au 5 m diametru, înălţimea de 3 m, pot adăposti 10 persoane şi rezistă la condiţii atmosferice dintre cele mai riguroase timp de mai mulţi ani.

Recent, materialele plastice au fost folosite pe scară largă la construcţia a două aeroporturi. La Frankfurt s-au aplicat 15 000 m^2 de polistiren expandat pentru izolarea unei săli de încărcare, iar la Londra peste 5 000 m^2 de foi translucide de PVC au fost instalate într-un nou hangar de serviciu.

După *Dienst Externe Betrekkingen* — Olanda, septembrie 1970

REALIZĂRI REMARCABILE DIN BETON PRECOMPRIMAT *

URSS

STRUCTURI DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU CONSTRUCŢII INDUSTRIALE

În ultimii ani s-au executat în U.R.S.S o serie de construcţii industriale care pot fi considerate ca deosebite prin caracteristicile lor tehnico-economice şi prin originalitatea concepţiei lor.

Astfel, în primul rînd, trebuie citată utilizarea pe scară largă a *pînzelor cu curbură pozitivă* la construcţii cu o gamă largă de trame, pînă la 24 × 24 m şi mai mult.

Un exemplu tipic în această direcţie îl constituie hala de producţie a unei uzine pentru utilaje de înaltă tensiune la Velikie Luki: suprafaţa de 55000 m² este acoperită cu plăci subţiri de 18 × 24m, avînd suprafaţa în formă de tor, realizate din elemente prefabricate precomprimate de 3 × 6 m. Monolitizarea elementelor prefabricate s-a realizat prin betonarea rosturilor dintre ele, după ce în prealabil s-au sudat mustăţile de armătură. Pe contur, pînzele sînt rezemate pe grinzi-arc de tip Vierendeel de 18 şi 24 m deschidere, de care sînt agăţate şi căi de rulare pentru transport suspendat. Indicii de consum de materiale pe m² ai acestei construcţii sînt: 0,0815 m³ beton şi 15,2 kg oţel în armături.

În Ucraina s-au executat astfel de plăci curbe cu deschideri pînă la 36 m, din elemente prefabricate de 3 × 12 m, rezemate pe grinzi-arc de 36 m deschidere realizate din beton B 600. Transportorul suspendat de 3—5 t este agăţat direct de nervurile plăcii. Prin folosirea, la un atelier de reparat autobuze, a unei singure deschideri de 36 m, în loc de 2 × 24 m, s-a redus cu 15% spaţiul necesar de producţie. Consumul corespunzător de materiale, pe m², a fost de 0,0987 m³ beton şi 12,5 kg oţel.

În prezent se dezvoltă construcţia unor astfel de structuri (cu trama de 12 × 24 m) din beton cu agloporit de marca 400—500, ceea ce permite reducerea cu 20% a greutăţii şi cu 7—10% a costului acoperişului.

O utilizare din ce în ce mai largă au avut-o în U.R.S.S. — în ultimii ani — *elementele cutate* de diferite deschideri. Astfel, la gara Kursk din Moscova, un acoperiş avînd în plan 200 × 45 m a fost realizat din elemente cutate de 45 m lungime (27 m deschidere şi console de 6 şi respectiv 12 m) rezemate pe grinzi longitudinale monolite cu deschideri de 18 m. Elementele cutate au o înălţime de 168 cm, o lăţime de 227 cm şi o grosime de 8—15 cm; ele au fost monolitizate prin turnarea unor dopuri de 50 cm lungime la interax de 5 m.

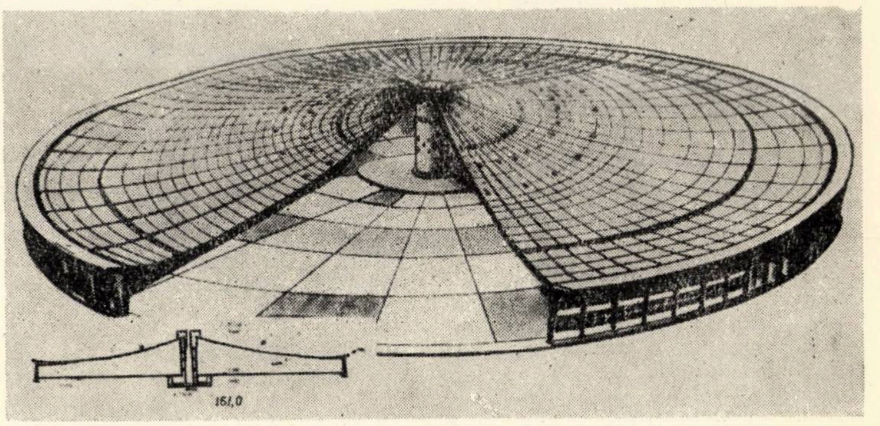


Fig. 1

* Din materialele prezentate la cel de-al VI-lea Congres F.I.P.—Praga iunie 1970.

La hipodromul central din Kiev s-au utilizat elemente cutate în V de 15 m lungime, 3 m lăţime şi 0,2–0,9 m înălţime; grosimea feţelor înclinate este de 40 mm, iar a porţiunii orizontale de colţ de 80 mm. Elementele – armate cu plase sudate şi carcase şi avînd armătura pretensionată din oţel de clasa A-III B – au fost montate cu o consolă de 12 m. Utilizarea elementelor cutate a permis reducerea cu 28% a betonului şi cu 17% a costului în comparaţie cu un acoperiş plan.

Astfel de elemente – executate la o distanţă de 350 km – au fost folosite şi la acoperirea tribunelor unui stadion din Rovno; în acest caz, înălţimea elementelor a fost constantă, de 50 cm.

La o fabrică de mobile în Moscova, precum şi la Minsk, s-au executat nişte hale de 64 × 64 m acoperite cu o placă cu nervuri dispuse perpendicular, pe diagonale, şi rezemată pe patru stîlpi aşezaţi în colţurile unui pătrat de 48 × 48 m (placa iese în consolă cu 8 m de fiecare parte). Nervurile sînt executate din grinzi prefabricate de beton precomprimat de 2,24 m înălţime şi 11,56 m lungime (greutate 7,9 t) formînd o reţea cu ochiurile de 5,66 × 5,66 m. Precomprimarea grinzilor s-a făcut cu bare de oţel A IV pretensionate prin procedeul electrotermic. Consumul de materiale pe m² a fost : 0,098 m³ beton şi 16 kg oţel.

Dar dintre diferitele tipuri de structuri utilizate, cea care pare a avea cea mai mare perspectivă de dezvoltare este cea a acoperişurilor din *plăci subţiri de beton, suspendate*, cu deschideri practic nelimitate.

Una din cele mai mari structuri de acest tip este, la Kiev, acoperişul unui garaj pentru 500 de autobuze, avînd în plan o formă poligonală cu diametrul de 160 m.

Placa subţire este executată din plăci trapezoidale cu nervuri, prefabricate din beton, suspendate pe 84 de cabluri cu diametrul de 65 mm dispuse radial.

Cablurile sînt ancorate într-un inel central metalic de 8 m diametru şi un inel comprimat exterior (Ø 160 m) executat din beton. Inelul central este rezemat pe o coloană goală în interior, de 18 m înălţime, iar inelul exterior sprijină pe 84 coloane de 8,5 m înălţime (fig. 1).

Partea centrală a acoperişului, cu un diametru de 20 m, unde distanţa între cabluri este mică, este executată din beton turnat *in situ*. Pentru precomprimarea acoperişului, betonarea rosturilor dintre elementele prefabricate s-a executat după prealabila încărcare a acoperişului cu o sarcină de 150 kg/m².

Pentru verificarea calculelor, un model al acoperişului la scara 1 :10 a fost încercat sub o încărcare distribuită simetric şi două tipuri de încărcări asimetrice.

Structura s-a dovedit a fi foarte economică : consumul de materiale pe m² a fost de 0,103 m³ beton şi 21 kg oţel. Pentru comparaţie, este interesant de arătat ca un acoperiş în formă de plăci cilindrice de numai 96 m deschidere executat la Leningrad a necesitat 0,15 m³/m² beton şi 24 kg oţel/m².

PODURI DE BETON PRECOMPRIMAT EXECUTATE ÎN CONSOLĂ PESTE VOLGA

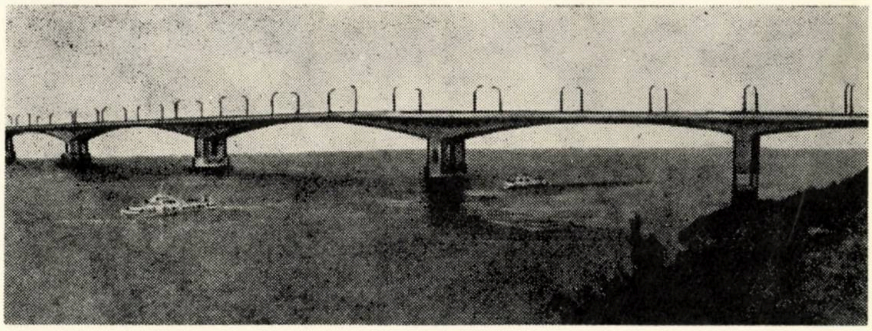


Fig. 2

Podurile orăşeneşti peste Volga diferă între ele numai prin numărul de travee. Deschiderile lor principale au 148 m lungime (fig. 2), iar în zonele de acces s-au utilizat grinzi de 42 m lungime din blocuri prefabricate.

Calea tuturor acestor poduri are o lăţime de 14 m, pentru patru căi de circulaţie, fără trotuare.

poziţia definitivă, simetric de o parte şi de alta a unei pile (fig. 3) cu ajutorul unor macarale SPK-65. Înaintea ridicării fiecărui bloc, faţa liberă a blocului montat anterior a fost acoperită cu un strat subţire de răşină epoxidică ED-5 avînd durata de activitate de 2—4 ore. Pentru prima oară s-a executat lipirea blocurilor în tot tim-

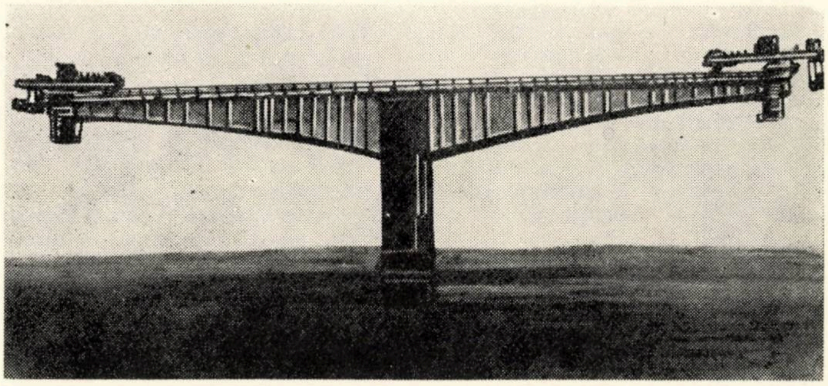


Fig. 3

Deschiderile peste canalul rîului propriu-zis constau, fiecare, din cîte două console şi o deschidere de 32,8 m executate din grinzi I suspendate cu tiranţi metalici de capetele consolelor. Fiecare consolă este realizată din cîte două secţiuni casetate — cu înălţime variabilă de la 9,5 la 1,93 m şi cu lăţime de 5,25 m la partea inferioară — executate din blocuri de 2,2 — 3 m lungime.

Blocurile au fost asamblate din plăci prefabricate de beton armat (B 500), betonarea efectuîndu-se pe o platformă pe care s-a reprodus întreaga consolă, asigurîndu-se astfel o mai mare acurateţe la îmbinarea lor în lucrare.

Blocurile au fost transportate prin plutire (pe pontoane) şi montate apoi în

pul anului — iarna (la temperaturi pînă la minus 20°C), încălzindu-se zona rosturilor.

Imediat după montarea unui bloc, rostul a fost comprimat atît cu ajutorul cablurilor constituind armătura pretensionată de rezistenţă, cît şi al unor cabluri de montaj reutilizabile.

Armătura pretensionată a constat din cabluri de oţel cu diametru de 45—52,5 mm, dispuse în canale deschise amenajate în placa superioară a consolelor. Cablurile au fost ancorate cu ajutorul unor ţevi de oţel umplute cu aliaj de zinc, în umerii înclinaţi, sub placă.

Consumul de materiale a fost, pe m² de platelaj : 0,91 m³ de beton şi 53 kg de oţel de înaltă rezistenţă.

POD COMBINAT DIN BETON PRECOMPRIMAT PESTE RÎUL MOSCOVA

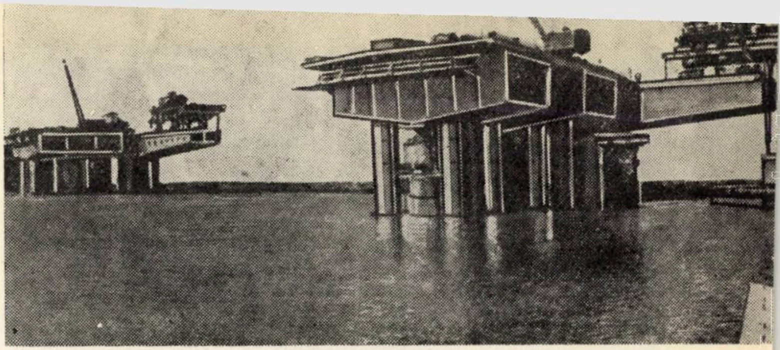


Fig. 4

Un pod continuu cu trei deschideri (deschiderea principală de 114 m) a fost executat peste rîul Moscova. Din lățimea totală de 40 m, 10 m sînt destinați celor două linii ale metroului, iar restul de 30 m pentru șase căi de autostradă (pentru vehicule de clasa H 30) și două trotuare de cîte 3 m fiecare. Estacadele de acces ale podului au fost executate din dale prefabricate pe două-trei rînduri pe care au fost amenajate garaje.

În secțiune transversală, tablierul este alcătuit din trei grinzi casetate cu înălțime variabilă (2,3—5,5 m), lățimea fiind de 7,5 m la partea inferioară a casetelor, în timp ce la partea superioară caseta de sub liniile de metro are o lățime de 9,5 m, iar celelalte casete 14,25 m. Placa inferioară a casetelor are o grosime de 0,2—0,8 m, cea superioară 0,31 m, iar inimile (trei în caseta corespunzătoare metroului, respectiv două în celelalte casete) au o grosime de 0,2 — 0,34 m.

În sens longitudinal, structura a fost divizată în blocuri cu lungimea de 3—6 m, cîntărind fiecare de la 70 la 160 t. Blocurile au fost executate din plăci prefabricate din beton B 500 (plăcile pentru inimi au fost precomprimate), fețele de capăt avînd un contur cu dinți. Turnarea rosturilor longitudinale dintre plăci s-a făcut pe o platformă, cu care ocazie s-a făcut controlul asamblării blocurilor între ele, ceea ce a asigurat o calitate ridicată a îmbinării lor în lucrare.

Ridicarea blocurilor s-a făcut cu ajutorul unor macarale KMK-160 (fig.4). Lipirea blocurilor în rosturi a fost asigurată de un strat de rășină epoxidică ED-5, rosturile fiind comprimate cu ajutorul armăturii pretensionate și al unor cabluri refolosibile.

Armătura pretensionată a constat din cabluri cu diametrul de 52,5 mm amplasate în general în canale deschise realizate în placa superioară, prevăzîndu-se însă, în deschidere, și cabluri la partea inferioară a secțiunii.

Structura continuă a fost calculată ca o structură spațială cu ajutorul computerului pe baza unui program special care lua în considerare deformațiile plastice ale betonului.

Durata totală a montării blocurilor — 4261 m³ — a fost de 86 de zile, utilizîndu-se patru macarale KMK—160. S-au executat astfel, în medie, 2,70 m de suprastructură de 40 m lățime pe zi.

Pentru execuție s-au folosit 0,5 ore-om pe m² de suprafață de tablier. Consumul de beton a fost de 1,11 m³/m² în structura pentru metro, respectiv 0,82 m³/m² în rest.

PODURI DE CALE FERATĂ DIN TUBURI DE BETON CENTRIFUGAT

Un pod de cale ferată de 55 m deschidere a fost executat pe grinzi cu calea jos, avînd zăbrelele realizate din elemente de beton centrifugat (fig. 5) cu diametrul de 6300 mm și grosimea peretelui de 10, 12 și 15 cm. La capetele elementelor s-au prevăzut flanșe metalice. Calitatea de beton a fost B 600 (cu rezistența inițială de 500 kg/cm²).

Elementele comprimate au fost executate din beton armat obișnuit, iar cele întinse din beton precomprimat. Precomprimarea s-a realizat în două etape : prima, precomprimare în uzină, suficientă pentru a prelua întinderile eare apar datorită greutății permanente a structurii ; a doua precomprimare, în lucrare (după îndepărtarea reazemelor intermediare), pentru a permite preluarea întinderilor datorite încărcărilor utile. Precomprimarea din uzină s-a efectuat cu armături de clasa A-IV din oțel 20 G 2 Ts pretensionate și ancorate pe tipar. Pentru precomprimarea din a doua etapă s-au folosit fascicule de 48Ø5 mm postîntinse ; pretensionarea s-a făcut cu prese de 120 t, după care canalele prin care erau trecute armăturile au fost injectate cu mortar de ciment aerat.

Pentru a se asigura o bună precizie a îmbinărilor la montajul pe șantier, s-a procedat la o premontare pe o platformă în condițiile uzinei. Nodurile au fost realizate cu ajutorul unor blocuri speciale de beton, care au inclus și un bulon Ø 25 mm tot din oțel 20 G 2 Ts introdus în flanșele metalice de la capetele elementelor centrifugate. Transportul pe șantier al elementelor centrifuge, cîntărind pînă la 7 t fiecare, s-a făcut separat.

Platelajul podului a fost conceput ca o rețea de grinzi longitudinale și transversale, cele din urmă fiind legate de nodurile grinzii cu zăbrele cu ajutorul unor armături pretensionate (48 Ø5 mm).

Execuția podului s-a făcut în perioada de toamnă și iarnă, la temperaturi negative mergînd pînă la — 20°C.

Pentru a evita coroziunea, piesele metalice din îmbinări au fost acoperite cu epoxi.

Sistemul de construcție descris a permis reducerea cu 25 % a consumului de beton, cu reducerea corespunzătoare a greutății moarte. S-au redus, de asemenea, momentele secundare din noduri, iar consumul de oțel a fost mai mic cu 30 % în comparație cu alte soluții de poduri de aceeași deschidere.

Consumul total de materiale a fost : 202,4 m³ beton și 79,7 t oțel.

Execuția suprastructurii — fără precomprimarea din etapa a doua — a fost făcută de cinci lucrători în 35 de schimburi.

Costul acestei lucrări este practic egal cu cel al unei structuri metalice, necesitînd însă o cantitate mai mică de manoperă pe șantier și reducînd la jumătate consumul de oțel.

S-au proiectat astfel de structuri de 66 m deschidere, al căror montaj se va face prin metoda ,,jumătate în consolă".

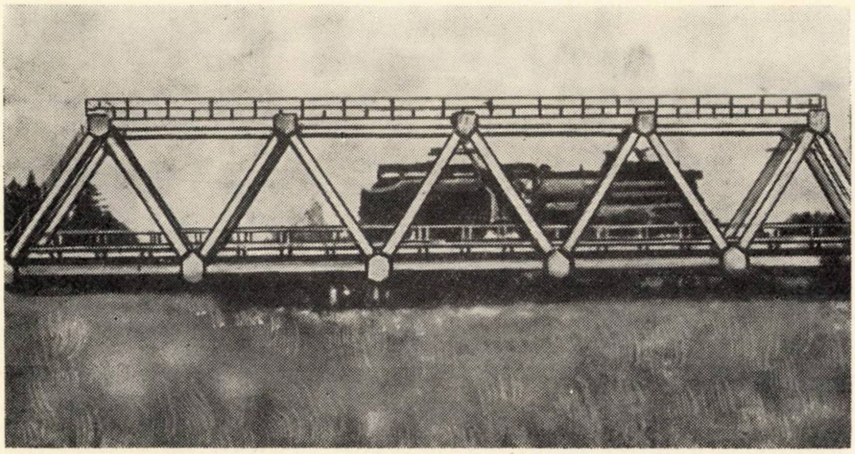


Fig. 5

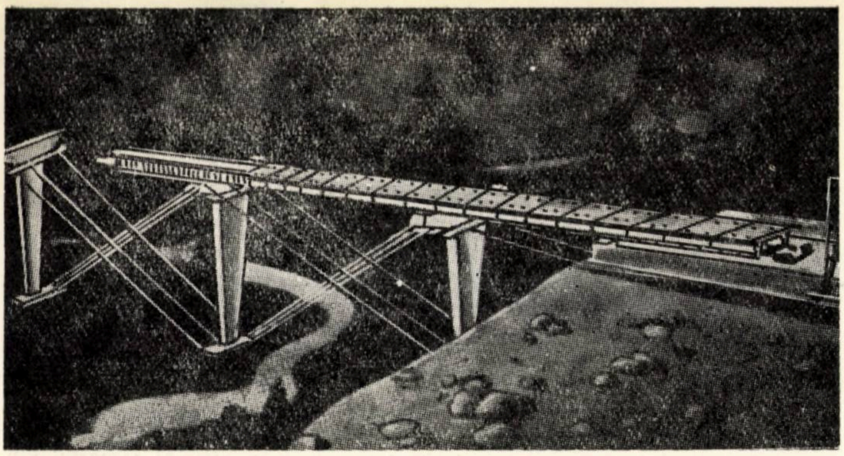


Fig. 6

EXECUŢIA SUPRASTRUCTURII UNUI POD CONTINUU DE BETON PRECOMPRIMAT PRIN METODA ÎNAINTĂRII LONGITUDINALE

Într-o regiune împădurită s-a proiectat şi executat un pod continuu, cu mai multe deschideri de cîte 43,25 m şi cu lăţimea de 10,76 m. În secţiune transversală, podul este format din două secţiuni casetate cu înălţimea constantă de 1,90 care au fost monolitizate la nivelul plăcii, după lansare. Fiecare grindă continuă constă din cîte 63 de blocuri (din care şase, de peste reazeme, sînt de un tip special) avînd lungimea de 3,07 m şi cîntărind 15—22 tone, executate în fabrica de prefabricate.

Structura a fost precomprimată cu ajutorul unor fascicule orizontale 24 Ø5 mm, avînd o lungime medie de 25 m. Fasciculele au fost dispuse în placa superioară — unde au fost fixate cu ancoraje metalice provizorii — şi în placa inferioară, pe partea exterioară a blocurilor unde erau scoase cu ajutorul unor porţiuni scurte de teacă curbilinie.

Asamblarea şi lansarea grinzilor s-au făcut deschidere cu deschidere: după monolitizarea primei deschideri (cu betonarea rosturilor în grosime de 2 cm şi precomprimare) s-a fixat în capătul ei un „avantbec" metalic de 24 m lungime şi s-a procedat la împingerea ei în amplasamentul podului cu ajutorul a două vinciuri hidraulice de cîte 170 t, avînd fiecare o cursă de 1120 mm. După ce grinda a înaintat pe o distanţă mai mare de 3 m, s-a montat blocul următor. După ce rosturile celei de a doua deschideri au fost betonate, aceasta a fost monolitizată — prin betonare şi precomprimare — cu prima porţiune deja lansată în deschidere şi s-a procedat la o nouă împingere în amplasament a întregului ansamblu cu o lungime egală cu deschiderea ş.a.m.d.

Poziţionarea şi pretensionarea armăturilor s-au făcut în două etape:

Înainte de avansare în deschidere, armăturile de la partea de sus şi de jos au fost distribuite uniform, pe întreaga secţiune, realizîndu-se astfel o compresiune centrică. După terminarea lansării, aproximativ jumătate din fascicule au fost îndepărtate, iar o parte din ele au fost rearanjate astfel încît să preia solicitările care apar sub încărcările de exploatare.

Pilele intermediare, foarte zvelte (24m înălţime şi 90 cm grosime) au fost ancorate cu cabluri în timpul operaţiei de lansare (fig. 6).

Pentru a permite alunecarea suprastructurii pe reazemele de pe infrastructuri, aceste reazeme au fost realizate din plăci de cauciuc cu metal acoperite cu un strat de fluoroplastic. Între suprafaţa de beton a blocurilor şi foile de fluoroplastic s-au introdus nişte foi de oţel cromat de 2 m lungime. Coeficientul de frecare între foile de oţel cromat şi cele de fluoroplastic a fost mai mic de 0,04—0,06. Foile de oţel cromat se mişcau o dată cu grinda; după ce grinda avansa cu o distanţă egală cu lungimea foii, se proceda la ridicarea cu 1 cm a grinzii (cu ajutorul unor vinciuri) şi la readucerea foilor de oţel în poziţia iniţială.

Viteza de mişcare a grinzii în timpul înaintării a fost de 1 m în 6 min, respectiv ţinînd seama şi de durata readucerii pistoanelor în poziţia iniţială şi a ridicării grinzii — de 1,8—2,7 m pe ciclu. Cea de a doua grindă a fost asamblată şi lansată în mai puţin de două luni.

Principalele caracteristici tehnico-economice ale structurii, pe m^2 de suprafaţă a platelajului, sînt: beton — 0,55 m^3; oţel de înaltă rezistenţă — 24 kg; armături din oţel obişnuit — 72 kg; manoperă 1,64 zile-om.

Costul structurii a fost cu 30% mai redus decît cel al unei structuri obişnuite cu infrastructuri rigide.

Sînt în curs de execuţie 12 poduri realizate cu procedeul descris, cu deschideri între 42 şi 63 m.

RECIPIENTE DE BETON PRECOMPRIMAT

Şi în acest domeniu s-au executat în U.R.S.S. multe lucrări deosebite.

Printre acestea, se citează în primul rînd silozuri. În figura 7 este prezentat un tip de siloz executat în Ucraina, avînd un diametru de 12 m şi înălţimi pînă la 36 m. Peretele său este constituit din plăci curbe prefabricate (1,5 × 3,0 m şi 1,5 × 2,4 m, cu grosimea constantă de 40 mm) cu convexitatea spre interior. Zonele turnate monolit între elementele prefabricate formează nervuri verticale şi orizontale. Inelele orizontale sînt precomprimate cu ajutorul unor toroane de înaltă rezistenţă.

Pentru verificarea comportării acestui tip de siloz — capabil să înmagazineze produse cu o greutate volumetrică pînă la 1000 kg/m^3 — s-a încercat un model (la scara 1 :3) pînă la rupere şi 6 silozuri la scară naturală.

La Moscova s-a executat un siloz cu capacitatea totală de 3000 t din elemente circulare de beton precomprimat: cele 48 de celule de cîte 28—35 m înălţime sînt realizate din inele cu diametrul de 6 m, asamblate din patru elemente curbilinii şi armate cu sîrme Ø 5 mm de înaltă rezistenţă cu profil periodic, dispuse în două straturi pe grosimea peretelui (fig. 8). Inelele de la partea inferioară a celulelor exterioare au cîte 24 de sîrme, celelalte inele fiind armate cu cîte 16 sîrme. Sîrmele, prevăzute cu capete executate prin presare, sînt pretensionate prin procedeul electrotermic.

Asamblarea inelelor cu elementele de perete se realizează cu ajutorul unor buloane pretensionate.

Acest tip de siloz permite — în comparaţie cu un siloz executat monolit — o reducere de 25—35% la consumul de beton, de 10—15% la oţel şi de 40% la manopera folosită pe şantier.

În figura 9 se prezintă o autoclavă pentru tratamentul termic la 8 atm presiune a panourilor de beton celular. Autoclava, care cuprinde 24 de panouri cu dimensiunile de 6,4 × 3,2 × 0,25 m, este realizată din beton precomprimat şi căptuşită în interior cu o tablă de 6 mm pentru a asigura impermeabilitatea la abur.

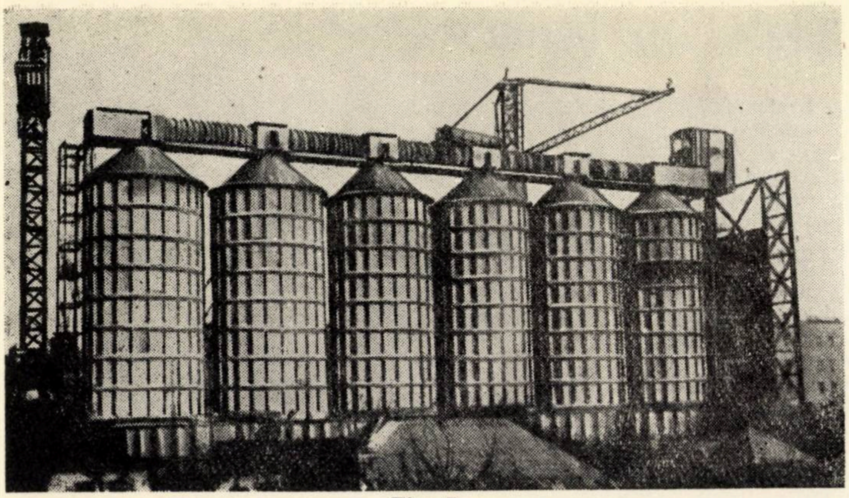


Fig. 7

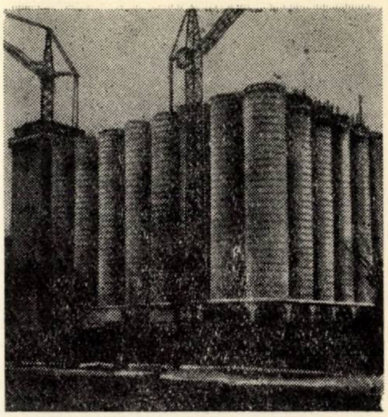


Fig. 8

Corpul autoclavei este asamblat din 110 elemente de beton B 400 de 5 t greutate fiecare cu secţiune transversală 230 × 600 mm, precomprimate prin înfăşurarea continuă a unei sîrme Ø5 mm din oţel de înaltă rezistenţă, această sîrmă fiind protejată prin mortar de ciment.

După umplerea cu mortar de marcă cel puţin egală cu 200 a rosturilor dintre elementele prefabricate, cuva a fost precomprimată longitudinal cu ajutorul a 46 de fascicule din sîrme Ø 5 mm de înaltă rezistenţă (forţa iniţială de precomprimare 2760 t).

În exterior, cuva a fost izolată cu plăci din asbestozurit de 120 mm grosime.

Autoclava a fost încercată la o presiune hidraulică de 11 atm şi la o presiune de aburi de 8 atm ; în cel de-al doilea caz, gradientul de temperatură pe grosimea peretelui a fost de 74° C, la o temperatură de aproximativ 170° C a suprafeţei interioare a betonului. La încercarea la rupere, raportul între eforturile maxime şi cele datorite condiţiilor de exploatare a fost de 2,5—3,0.

O altă aplicaţie a betonului precomprimat, cu o largă utilizare, o constituie jgheaburile pentru irigaţie (fig. 10), cu o secţiune transversală eliptică şi o înălţime de 110, 120, 130 şi 140 cm.

Jgheaburile au o lungime de 8,16 m şi o grosime variabilă a peretelui, ajungînd la partea superioară la 7,5—10,5 cm. Precomprimarea longitudinală s-a realizat cu sîrme de înaltă rezistenţă Ø 5 mm, trefilate la rece şi amprentate.

Armătura transversală s-a executat din plase sudate.

Jgheaburile au fost executate — cu curbura în jos — în tipare metalice autoportante, cu compactarea betonului prin vibrare orizontală dirijată şi tratament termic cu abur circulînd în camere amenajate la feţele tiparului. Înainte de livrare, jgheaburile sînt întoarse cu 180° în poziţia de serviciu.

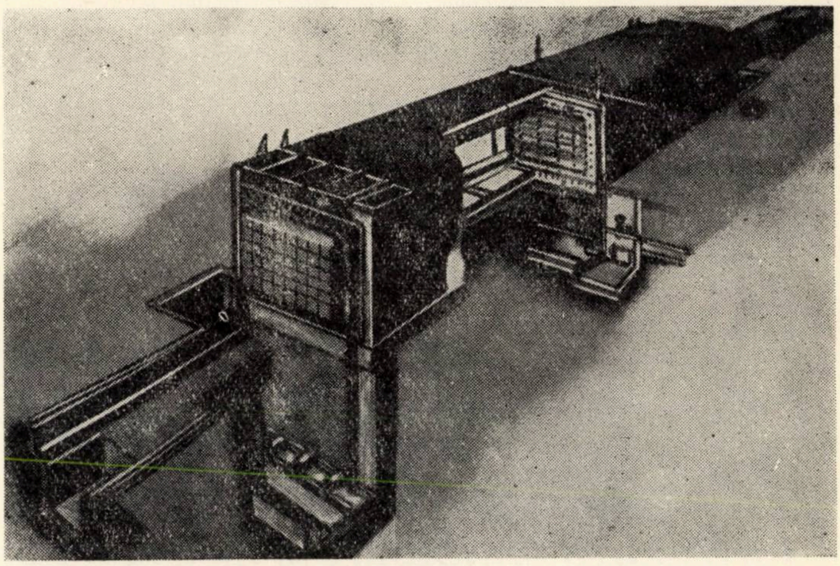


Fig. 9

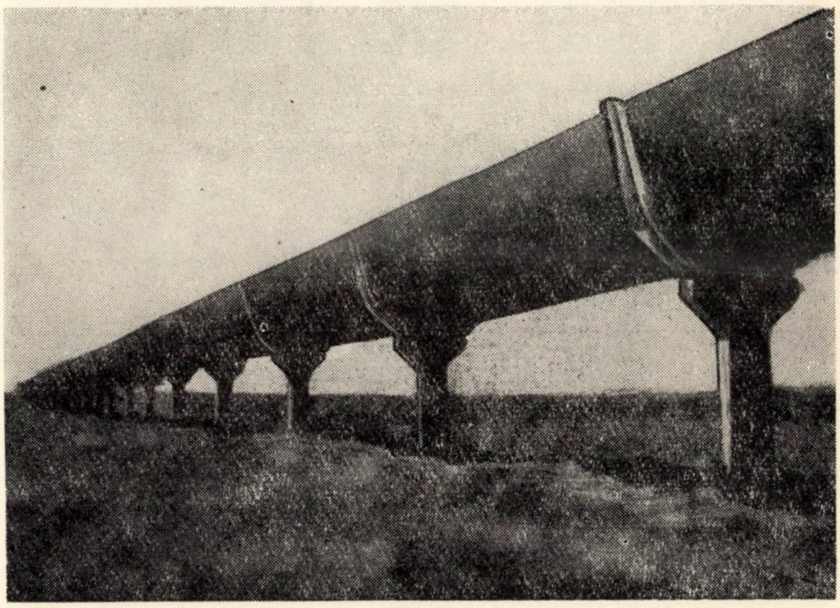


Fig. 10

Ţigle din beton

Ţiglele din beton care, mai corect, ar trebui numite ţigle din mortar de ciment, sînt folosite din ce în ce mai des pentru acoperirea clădirilor. Ele sînt compuse din ciment, nisip, apă şi, eventual, pigmenţi. Se pot distinge două feluri de materiale: acelea care sînt pigmentate în toată masa lor şi cele pigmentate numai la suprafaţă. Mortarul utilizat este compus din nisip foarte fin, ciment şi apă în cantitate mică. Malaxarea este mai delicată decît pentru mortarul obişnuit din cauza prezenţei pigmenţilor, a căror încorporare şi repartiţie uniformă necesită malaxoare cu ax vertical şi de preferinţă cu vîrtej. Elementele componente sînt amestecate mai întîi în stare uscată timp de cca 2 minute, apoi se adaugă apa, şi malaxarea este continuată timp de 25 minute. Mortarul se introduce într-o maşină de presare, comprimarea obţinîndu-se, fie prin laminare şi extindere în nişte orificii profilate, fie prin umplerea unor matriţe şi comprimarea cu o contraformă. Ambele procedee dau o excelentă compactitate. Ţiglele pigmentate superficial sînt presărate la ieşirea din instalaţia de presare cu nisip colorat, care este obţinut prin tratarea la temperatură înaltă a unui amestec de lichid şi oxid metalic. După uscare se procedează la un tratament preventiv prin pulverizare cu acid şi spălare cu apă. Depozitarea este facilitată de excelente caracteristici dimensionale ale acestor ţigle. Toleranţele măsurate la lungimea elementelor sînt de 2—3 ori mai mici decît cele existente la ţiglele din pămînt ars. Greutatea ţiglelor din beton este de 3—4,5 kg. Rezistenţele mecanice sînt bune, mai ales încărcătura de rupere la flexiune, care depăşeşte în mod frecvent 100 kg şi atinge uneori 200 kg. O altă caracteristică importantă a acestor produse este lipsa lor de sensibilitate faţă de îngheţ. Această proprietate se datoreşte marii compactităţi a mortarului, obţinută prin formarea sub presiune.

Punerea în operă se face în acelaşi fel ca la produsele din pămînt ars. Dimensiunile mari ale ţiglelor din beton permit efectuarea unor economii de şipci. Pentru pante mai mici de 60% se recomandă etanşarea suplimentară cu fetru smolit sau cu un film de material plastic armat. Această precauţie devine o obligaţie în cazul pantelor mai mici de 35%. Gama de ţigle din beton cuprinde toate elementele speciale care permit realizarea unui acoperiş clasic din ţigle: ţigle cu jgheaburi, semiţigle, ţigle de coamă etc. Tăierea ţiglelor se face uşor, cu ajutorul unui aparat portabil.

După *Bâtir*, nr. 185, iunie 1970

În atenţia întreprinderilor din industria lemnului:

ÎNTREPRINDEREA MINIERĂ DIN NÓGRÁD, SALGÓTARJÁN

(comitatul Nógrád, Republica Populară Ungară)
furnizează următoarele maşini de prelucrare a lemnului:

PRESE DE ÎNCLEIAT LA CALD

de 1000 megapond, avînd următoarele caracteristici tehnice principale:

- DIMENSIUNILE PLĂCII DE ETAJ: **1450×290×100 mm**
- NUMĂRUL ETAJELOR: **6**
- DISTANŢA ÎNTRE PLĂCILE PRESEI: **190 mm**
- PRESIUNEA UNITARĂ: **23,5 kp/cm²**
- PRESIUNEA DE REGIM: **235 kp/cm²**

Maşinile se furnizează în stare nouă şi sînt indicate pentru fabricarea de plăci pe bază de aşchii şi rumeguş.

Detalii suplimentare se pot obţine direct de la întreprinderea susmenţionată prin telex 05—34

Publicom

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

RECOMANDĂRI PENTRU AUTORI

A. În vederea publicării în paginile revistei CONSTRUCȚII *a unui număr cît mai mare de realizări din domeniul construcțiilor, redacția solicită colaborarea specialiștilor din cadrul unităților de proiectare și execuție prin scrierea unor articole care să cuprindă aspecte specifice ale proiectării și execuției avînd caracter de noutate. Acest caracter poate rezulta din : dimensiunile ieșite din comun ale lucrării, o formă nouă de structură, condiții speciale tehnologice funcționale care se pun construcției, probleme de calcul și dimensionare care se pun, condițiile speciale de amplasament, condițiile de execuție, noutatea metodelor de execuție etc.*

Pentru a facilita elaborarea materialelor, se fac mai jos unele recomandări cu caracter orientativ privind modul de sistematizare și prezentare a articolelor care se vor ocupa de aceste probleme.

1. PROIECTAREA

a. În introducere *se vor face : o scurtă prezentare a caracteristicilor generale ale construcției, considerații asupra utilității lucrării și eventualelor ei legături cu alte construcții etc.*

b. Motivarea alegerii soluțiilor *va cuprinde condițiile specifice funcționale, tehnologice, de încărcare, geotehnice și altele, care s-au pus prin temă la proiectarea construcției, și modul în care soluția aleasă răspunde acestor condiții.*

Dacă s-au studiat mai multe variante, se pot prezenta aceste variante, precum și criteriile care au dus la alegerea soluției adoptate.

c. Probleme de proiectare a structurii. *În acest capitol, gradul de detaliere a calculului static depinde de amploarea și importanța construcției și de faptul dacă construcția a pus sau nu probleme deosebite în ceea ce privește ipotezele, metodele de calcul, dificultățile de rezolvare etc.*

În cazul în care s-au adoptat metode de calcul cunoscute este suficientă o scurtă referire la aceste metode sau menționarea principiilor și prezentarea diagramelor de eforturi. În continuare se vor prezenta cele mai importante și caracteristice detalii de construcție privind structura.

d. Alte probleme de construcție *care s-au pus și în care se vor arăta alcătuirea elementelor nestructurale, probleme de izolații, finisaje etc.*

e. În încheiere *se vor prezenta indicii tehnico-economici (în special indici de consum de materiale) realizați în proiect. Se va insista asupra nivelului de consum al unor materiale deficitare — metal, cherestea etc. — și asupra gradului de industrializare — măsura folosirii de proiecte-tip de clădiri, elemente, detalii — a gradului de prefabricare, folosirea de materiale noi, mai eficiente etc.*

2. EXECUȚIA

a. Enumerarea problemelor speciale care s-au pus pentru execuție, ca de exemplu : executarea unor elemente de formă sau dimensiuni neobișnuite, aplicarea unor noi tehnologii de execuție, realizarea în condiții speciale a construcției, realizarea unei viteze mari de execuție, probleme speciale de organizare a execuției lucrărilor.

b. Prezentarea modului în care au fost rezolvate problemele de mai sus.

c. Rezultatele obținute în execuție vor fi ilustrate prin realizarea calității cerute a materialelor, precizia de confecționare și de montaj, viteza de execuție și consumul de manoperă. Se va insista asupra gradului de mecanizare — inclusiv mica mecanizare — a lucrărilor. Ilustrarea datelor se va face, pe cît posibil, prin comparație cu lucrări similare. De asemenea se vor arăta dificultățile întîmpinate în execuție și modul în care au fost rezolvate.

d. În cadrul concluziilor se va insista, dacă este cazul, asupra influenței reciproce a soluțiilor constructive și a metodelor de execuție adoptate.

★

B. În afara lucrărilor privind realizări propriu-zise de construcții, menționate mai sus, redacția revistei este interesată în obținerea de articole care prezintă interes pentru sectorul construcțiilor, provenite din unitățile de execuție, proiectare și cercetare, din instituții centrale și locale etc.

Sînt solicitate articole privind : tehnologii noi de execuție; organizarea, economia și planificarea construcțiilor; noi soluții de prefabricate, tehnologia execuției și montării lor; mecanizarea construcțiilor; folosirea de noi materiale eficiente; finisajul, izolarea și protecția anticorosivă a construcțiilor; geotehnică și fundații; noi metode de calcul, rezultate ale activității de cercetare legate de cerințele practicii, metode de încercare și control, măsuri pentru ridicarea calității construcțiilor etc.

În cazul prezentării unor studii sau cercetări, unor metode de calcul etc. se va insista îndeosebi asupra rezultatelor obținute, subliniind modul de reflectare a acestora asupra practicii proiectării și execuției construcțiilor, cu precizarea eficienței lor tehnico-economice.

Articolele vor fi succinte, evitîndu-se excesul de date experimentale, de formule și demonstrații, limitîndu-se toate acestea la un minim strict necesar pentru urmărirea argumentării; se vor prefera două sau trei grafice sau scheme sintetice care să rezume datele culese sau calculate.

★

La trimiterea articolelor spre publicare (în două exemplare), autorii sînt rugați în mod insistent să țină seama de următoarele:

— volumul articolului să nu depășească 10—12 pagni dactilografiate la două rînduri;

— desenele care ilustrează articolul să fie desenate pe calc, la mărimea de 18 × 24 cm maximum, iar fotografiile, pe hîrtie lucioasă și cu definiție bună, se vor prezenta în formatul de 9 × 12 cm minimum;

— explicațiile materialului ilustrativ se vor scrie separat de textul articolului, iar pe reversul fiecărei figuri sau fotografii se va indica numărul corespunzător trimiterii din text;

— formulele care cuprind litere grecești sau alte simboluri ce nu există pe claviatura mașinii de scris vor trebui scrise de mînă foarte citeț. De asemenea, se va avea grijă ca indicii și exponenții să fie plasați corect, astfel încît să nu dea naștere la confuzii;

— este recomandabil ca articolul să fie însoțit de o bibliografie care să conțină numele autorilor materialelor consultate (cărți sau reviste), titlul cărții sau articolului, titlul revistei, numărul și pagina. În cazul cărților, se va indica, în această ordine, orașul unde a apărut, editura și anul apariției;

— pe o foaie separată se va prezenta un rezumat de maximum 10 rînduri al articolului, acest rezumat urmînd a fi tradus de redacție în limbile engleză, franceză, germană și rusă;

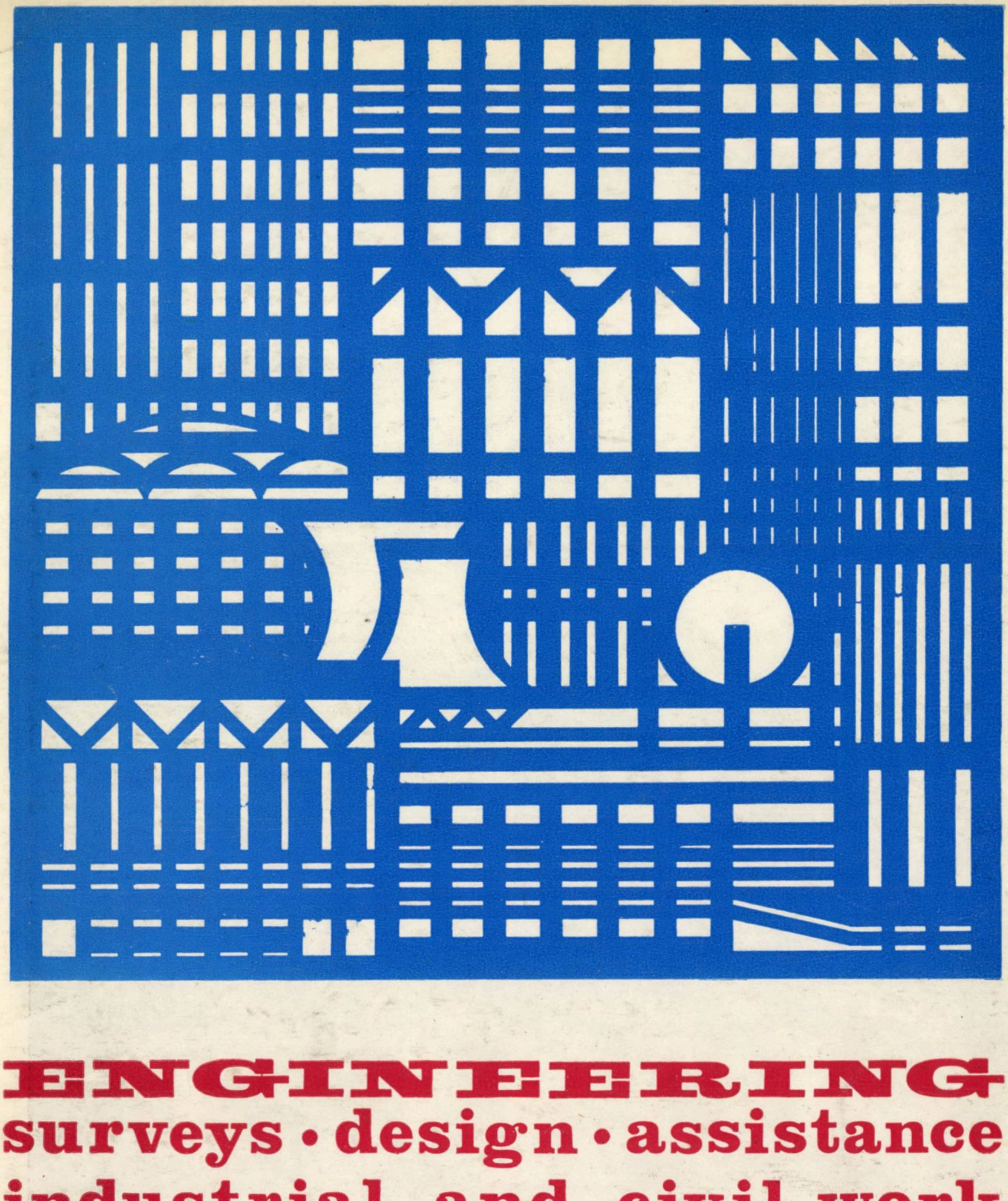
— articolul să fie iscălit de toți autorii care au colaborat la elaborarea lui;

— la sfîrșitul articolului se vor nota citeț: numele și prenumele autorului sau autorilor, locul de muncă, adresa și numărul de telefon.

Manuscrisele care nu au fost acceptate spre publicare nu se restituie autorilor.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT

Hotel „Parc“ la Turnu Severin



ENGINEERING

surveys • design • assistance industrial and civil work • erection mechanical and electrical installations

ANTREPRIZA ROMANA DE CONSTRUCTII MONTAJ

Calea Victoriei 91/93, Sector 1
Bucureşti - Romania
Telefon: 14.98.33 - Telex: 490
Telegrame: ARCOM - Bucureşti

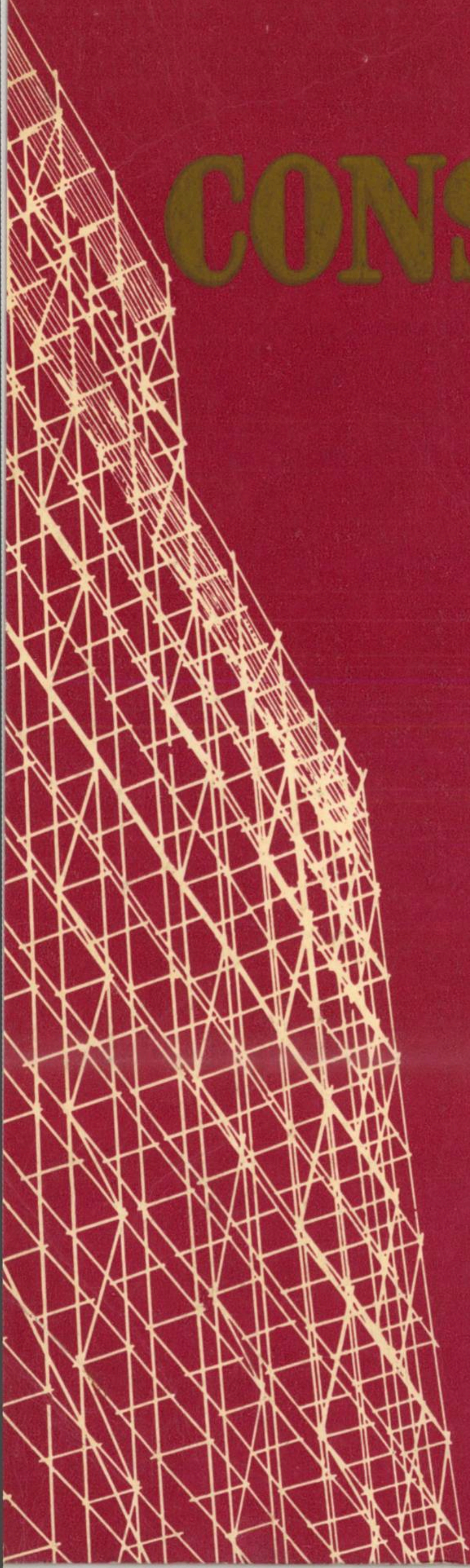
ARCOM

1971 MAJ 1 21

E 1688

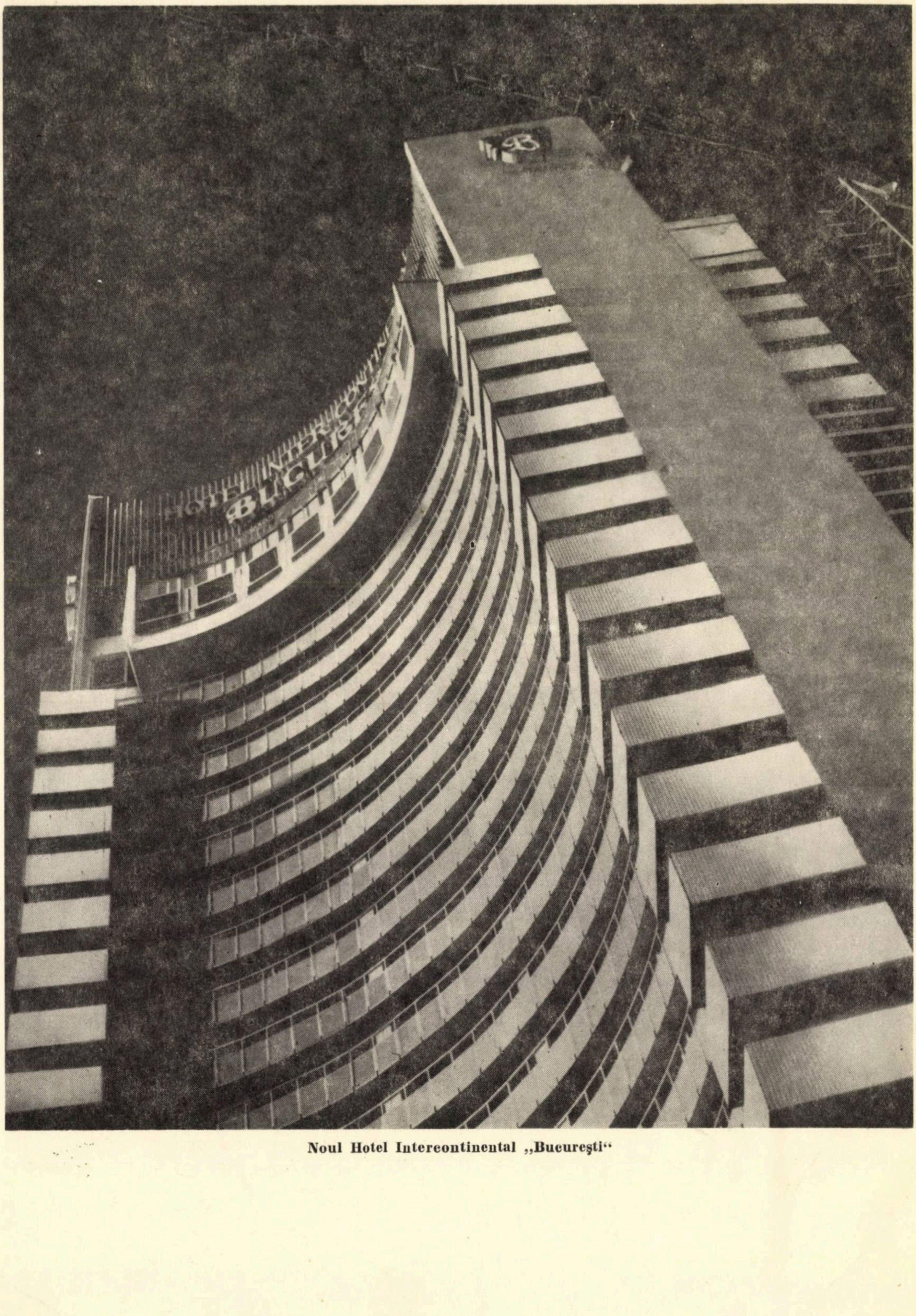
B

CONSTRUCȚII

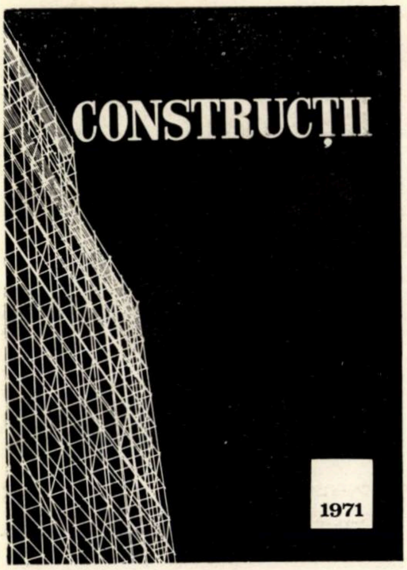


84

2
1971



Noul Hotel Intercontinental „Bucureşti"



Nr. 2/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

Ing. L. MAREȘ, ing. R. GIURGEA:

Probleme legate de mărirea gradului de prefabricare la clădiri industriale tipizate etajate 1

Prof. dr. ing. V. FOCȘA, conf. ing. A. MIHUL, ing. C. ȘERBESCU:

Considerații asupra coroziunii construcțiilor metalice . . . 6

Conf. ing. R. AGENT:

Asupra calculului stîlpilor de beton armat la compresiune excentrică, ținînd seama de flexibilitate 10

Ing. G. KESSLER:

Calculul plastic al plăcilor dreptunghiulare putînd avea laturi libere, solicitate de sarcini uniform distribuite 21

Ing. M. STOICA, ing. AL. BRŰDER, mat. C. CIOCHINĂ:

Metode de simulare a comportării normelor de muncă . . . 32

Conf. ing. A. TRELEA:

Influența variației parametrilor condițiilor de lucru asupra costului unitar al lucrărilor de construcții mecanizate sau executate prin procedee tehnologice noi 38

Ing. I. RAPPAPORT, ing. ȘT. VINTILĂ:

Suprapunerea sarcinilor termice pentru prepararea apei calde de consum și pentru încălzirea clădirilor 44

CRONICĂ

DOCUMENTAR

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția și administrația: Str. Episcopiei nr. 9, Sector 1
Căsuța poștală 2980
Telefon: 16.49.14
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef **IMNR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific **INCERC** ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNCS** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

SUMMARY

L. MARES, R. GIURGEA : Problems concerning the extension of the degree of prefabrication in typified multy-storied industrial buildings

Starting from the needs revealed by investigations carried out, the article presents some aspects concerned with inding the proper solutions for industrial multy-storied halls, for 6 × 6 m, 9 × 6 m and 12 × 6 m lattices, with from 500 kg/sq m to 1500 kg/sq m live loads on floors, correlated with the imperative to extend the use of prefabs in civil engineering and erection work.

From the brief presentation of the analyzed solutions it results that the premises are now created to build such multy-storied halls structures, in a large field, by wholly prefab units.

By presenting in this article the wholly prefab solutions — to be finalized by the Institute of Constructional Design, as executive projects in 1971 — the authors meant to show the leading lines to follow for the typification of this kind of constructions. At the same time the material may serve as a guide for choosing the best solutions for investment in the years to come.

V. FOCSA, A. MIHUL, C. SERBESCU : Considerations on the corrosion of steel structures

Based on concrete examples, the authors present a series of situations which, owing to construction and work conditions, promote corrosion of the steel structures subjected to mechanical stress (factors influencing the intergranular corrosion process, galvanic corrosion of the differential aeration type, etc.).

Analyzing the causes leading to the active corrosion of steel, the authors show also the way to solve and prevent such kind of corrosion.

R. AGENT : On computation of the reinforced concrete columns subjected to excentrical load, taking slenderness into account

The author presents the actual stage of the studies and researches concerning the consideration of the slenderness in computing the reinforced concrete columns subjected to excentrical load. Comparing the various studies and specifications available in other countries, he makes a critical analysis of the provisions now in force in the Romanian codes and offers proposals concerning the manner of improving them.

G. KESSLER : Plastic computation of rectangular slabs with possible free sides subjected to uniformly distributed loads.

The calculation procedure described, based on the conventional hypotheses of the theory of the fracture lines, allows for computation in the plastic range of the reinforced concrete rectangular slabs by means of some alignment diagrams whose utilization greatly contributes to the saving of time needed for sizing or testing such structural members, owing to their small number of parameters.

M. STOICA, C. CIOCHINĂ, A. BRÜDER : Methods of simulating norms of work behaviour

At present the definitizing and application of the norms of work on job-sites are done after they have been tested in actual production for a length of three months (for a norm of country — wide validity) and of one month (for the others)

To improve this method and achieve an increased accuracy of testing, the authors suggest the method of digital simulation by means of a computer, where the input data would be the very chronometrie sequences used to design work norms and normatives. Based on the simulation results one gets the first information on the behaviour of the norms, following which certain studied work processes are selected that would also be tested on job-sites by the conventional methods.

A. TRELEA : The influence of the variation of the working conditions parameters on the price cost of construction works when these are mechanized or carried out by new technological methods

The author starts from the idea that one of the main difficulties in the way of promoting new technologies, in conditions of increased economic efficiency, consists in the trend to emphasize them as absolute and to generalize their field of application even where this become over expensive. He presents a methodology permitting to determine the economic efficiency limits of a technological method (or of a mechanization work) on one hand, and the detection of the causes leading to results other than the expected ones, on the other hand.

I. RAPPAPORT, ST. VINTILĂ : Thermal duties overlap in the processing of hot-water for central heating and for consumption

In the first part of the article are analyzed the conditions in which the overlap of heat requirements for the treatment of the hot water intended for consumption and for the heating of buildings, takes place.

With this end in view, based on the measurements carried out by INCERC (Research institute for construction and construction economy), the variation in time of these thermal duties are studied while making a systematization of the statistical data and factors contributing to these variations.

In the second part, the authors propose an analysis method of the overlap of two thermal duties, based on the theory of probability, aiming at obtaining the most comprehensive information concerning the conditions for selecting the most economical sizing of the heating plants, able to satisfy most suitably the two heat requirements.

SOMMAIRE

L. MARES, R. GIURGEA : Problèmes concernant l'extention du degré de préfabrication des bâtiments industriels étagés, typisés

En partant des nécessités révélées par les enquêtes entreprises, les auteurs présentent quelques aspects concernant l'exécution de halles industrielles étagées, ayant des trames de 6 m × 6 m ; 9 m × 6 m et 12 m × 6 m, et des charges nettes sur les planchers de 500 kg/m² à 1500 kg/m², correlées à l'impératif de développer le degré de préfabrication dans les travaux de construction-montage.

Il resort de la présentation succinte des solutions analysées qu'à l'heure actuelle les prèmises de la réalisation à base d'éléments intégralement préfabriqués des structures de halles étagées, dans un large domaine, sont dejà créées. La présentation dans cet article des solutions intégralement préfabriquées — qui seront définitivées comme projets d'exécution durant 1971 dans le cadre de l'Institut d'établissment des projets pour constructions — a pour but de préciser les lignes directrices à suivre pour la typification de ce genre de constructions. Le matériel peut aussi servir comme guide dans le choix des meilleures solutions pour les investissements dans les années à venir.

V. FOCSA, A. MIHUL, C. SERBESCU : Considérations sur la corrosion des structures métalliques

En s'appuyant sur des exemples réels, les auteurs exposent une série de situations qui, du à des conditions constructives et d'exploitation, favorisent la corrosion des structures métalliques soumises à la tension mécanique (des facteurs ayant une influence sur le processus de corrosion intergranulaire, de corrosion électrochimique d'aération différentielle etc.).

En analysant les causes qui conduisent à la corrosion active de l'acier, les auteurs indiquent aussi la modalité de la combattre et de la prevenir.

R. AGENT : Le calcul des poteaux en béton armé soumis à la compression excentrique, compte tenu de la flexibilité

On présente l'étape actuelle des études et des recherches en prenant en considération la flexibilité dans le calcul des poteaux en béton armé soumis à la compression excentrique. En comparant les diverses études et réglements valables en d'autres pays, l'auteur fait une analyse critique des bases théoriques de stipulations des règlements actuellement en vigueur en Roumanie pour lesquelles l'auteur fait des propositions d'amélioration.

G. KESSLER : Le calcul de l'élasticité des plaques rectangulaires pouvant avoir des côtés libres, solicitées par des charges uniformément distribuées.

La méthode de calcul présentée, fondée sur les hypothèses classiques de la théorie des lignes de rupture, permet le calcul, dans le domaine plastique, des plaques rectangulaires en béton armé, à l'aide d'abaques, dont l'utilisation contribue a réduire considérablement le temps nécessaire pour le dimensionnement et le contrôle de ce éléments de construction grâce au petit nombre de paramètres qu'ils contiennent.

M. STOICA, C. CIOCHINĂ, A. BRÜDER : Méthodes de simulation du comportement des normes de travail

A l'heure actuelle, la mise au point et l'application des normes de travail sur chantier s'effectuent après avoir été vérifiées dans la production pendant trois mois (dans le cas des normes de valabilité republicaine) et pendant un mois (dans le cas des autres normes).

Pour amender cette méthode et pour atteindre une meilleure précision des essais, les auteurs proposent l'emploi de la méthode de simulation numérique, à l'aide de l'ordinateur, où les données d'input seront justement les rangs chronométriques employés dans l'établissement des normes et des tableaux des normes de travail. En s'appuyant sur les résultats de la simulation, on obtient les premières informations concernant le comportement des normes, après quoi certains processus de travail seront selectionnés et essayés sur le chantier, par les méthodes habituelles.

A. TRELEA : L'influence de la variation des paramètres des conditions de travail sur le prix unitaire des travaux de construction mécanisés ou exécutés par des procédés technologiques nouveaux

L'auteur prend comme point de départ l'idée qu'un des principaux obstacles devant la promotion des technologies nouvelles à des effets économiques, est constitué par la tendance d'absolutisation et de généralisation de leur domaines d'application, même là où leur emploi devient pourtant onéreux. Il présente une methodologie qui permet, d'un côte d'établir les limites d'éfficience économique d'un procedé technologique ou de la mécanisation d'un ovrage et, d'autre part, la recherche des causes qui ont mené à d'autres résultats que ceux escomptés.

I. RAPPAPORT, ST. VINTILĂ : La superposition des charges thermiques à la préparation de l'eau chaude destinée à la consommation et au chauffage

Dand la première partie de l'article, on analyse les conditions dans lesquelles les nécessités de chaleur pour la préparation de l'eau chaude destinée à la consommation et au chauffage peuvent avoir lieu.

Dans ce but, en partant des mesures effectuees par INCERC, on étudie les variations dans le temps des sus-dites charges thermiques, en accomplissant une systematisation des données statistiques et des facteurs qui contribuent à ces variations.

Dans la seconde partie de l'article, les auteurs proposent une méthode d'analyse des superpositions des deux charges thermiques, basée sur le calcul des probabilités, dans le but d'obtenir l'information la plus riche possible sur les conditions de dimensionnement le plus économique des installations génératrices de chaleur capables de couvrir les deux nécessités.

INHALT

L. MARES, R. GIURGEA: Einige Fragen der Entwicklung in der Vorfertigung von mehrgeschössigen Typenbauten für die Industrie

Der Artikel, dessen Ausgangspunkt die Ergebnisse mehreren früheren Rundfragen bilden, befasst sich mit einigen Aspekten zusammenhängend mit der Gestaltung von mehrgeschössigen Industriehallen mit 6 × 6 m, 9 × 6 m und 12 × 6 m Abmessungen in der Ebene und 500 kg/m² bis 1500 kg/m² Nutzlasten per Geschossdecke — alles unter besonderer Berücksichtigung der unumgänglichen Notwendigkeit den Vorfertigungsgrad sämtlicher Bau-und Montagearbeiten zu fordern.

Aus der kurzen Untersuchung der verschiedenen Lösungen geht eindeutig hervor dass man gegenwärtig über alle notwendigen Voraussetzungen verfügt für eine vollständige Vorfertigung der Tragkonstruktionen für eingeschössige Industriehallen.

Der Artikel beschreibt eingehend verschiedene vollständig vorgefertigte Tragkonstruktionen deren Ausführungsprojekte im Laufe des Jahres 1971 fertig gestellt werden sollen im Projektierungsinstitut für Bauwesen und versucht auf diese Weise die Hauptorientierungen in der Typung von derartigen Bauten hervorzuheben. Diese allgemeine Untersuchung könnte ebenfalls auch als Wegweiser dienen bei der Wahl zweckmässiger Lösungen für verschiedene konkrete Investitionen der kommenden Jahre.

V. FOCSA, A. MIHUL, C. SERBESCU: Einige Betrachtungen über die Korrosion von Metallkonstruktionen

Die Autoren beschreiben, auf Grund einiger konkreten Beispiele, eben diejenigen Lagen die sich ergeben unter gewissen baulichen und Betriebsbedingungen die eine Korrosion von Metallkonstruktionen unter Spannung begünstigen (Faktoren die die innerliche Korrosionsvorgänge beeinflussen, elektrochemische Korrosion durch unterschiedliche Lüftungsbedingungen u.a.m.).

Nach Untersuchung der Ursachen die eine Aktivierung der Stahlkorrosion mit sich bringen, bemühen sich die Autoren auch Lösungen anzugeben um derartige Korrosionserscheinungen vorzubeugen.

R. AGENT: Zur Bemessung von Stahlbetonsäulen unter ausmitigem Druck und Berücksichtigung der Schlankheit

Der Artikel befasst sich mit dem gegenwärtigen Stand der Studien und Forschungen in Zusammenhang mit der Berücksichtigung der Schlankheit bei der Bemessung von Stahlbetonsäulen unter ausmittigem Druck. Man vergleicht die Forschungen und Bestimmungen aus verschiedenen Ländern, man untersucht kritisch die theoretischen Grundlagen der Rumänischen Bestimmungen und man macht einige Vorschläge betreffend die Wege die zu einer Verbesserung dieser Bestimmungen führen sollen.

G. KESSLER: Plastiche Berechnung von rechteckigen Platten, möglicherweise mit freien Seiten, bei gleichmässig verteilten Belastung

Das im Artikel beschriebene Rechenverfahren, gefusst auf die klassischen Annahmen der Bruchlinientheorie, ermöglicht die plastiche Berechunung von rechteckigen Stahlbetonpllatten mit Hilfe einiger Rechenk urvenscharndern Anwendung uns ermöglicht, durch die niedere Anzahl von Parametern, den Zeitaufwand bei der Besmessung und Prüfung derartiger Bauteile betr'chtlich herabzusetzen.

M. STOICA, C. CIOCHINĂ, A. BRÜDER: Verfahren die das Verhalten von Arbeitsnormen simulieren

Endgültige Annahme und Anwendung von Arbeitsnormen auf der Baustelle geschieht gegenwärtig nur nach deren Prüfung unter Produktionsbedingungen, u.zw. drei Monate für staatliche Normen und ein Monat für andere Normen.

Zur Verbesserung dieses Verfahrens sowie zur Steigerung der erlangten Genauigkeit in der Prüfung soll der Vorschlag der Autoren dienen: zahlenmässiges Simulieren bei Anwengung eines Rechners dessen Eingangsdaten die Zeitmessunden selber sind die beim Entwerfen der Arbeitsnormen und Regeln angewandt wurden. Aus derartigem Simulieren ergeben sich die ersten Informationsdaten über das Verhalten der Normen; hinterher werden gewisse Arbeitsprozesse gewählt und mit den üblichen Verfahren an der Baustelle geprüft.

A. TRELEA: Einfluss der Variation der Parameter der Arbeitsbedingungen auf die Einheistkosten von mechanisiert oder nach neuren Varfahren ausgeführten Bauarbeiten

Als Ausgangspunkt dient dem Autor der Grundgedanke dass eines der Haupthindernisse bei einer wirtschatlich vorteilahaften Forderung neuartiger Bauverfahren in der Neigung besteht zu einer übertriebenen Verallgemeinerung der Anwendungsbereiche, sogar dort wo eine derartige Anwendung als kostspielig empfunden wird. Er führt deshalb ein Verfahren vor das uns ermöglichen soll einerseits den wirtschaftlich vorteilhaften Anwendungsbereich eines Bauverfahrens (oder der Mechanisierung eines Bauprozesses) zu begrenzen und andererseits diejenigen Ursachen zu erkennen die Ergebnisse liefern die von den Anfangsannahmen abweichen.

I. RAPPAPORT, ST. VINTILĂ: Überlagerung der Wärmelasten bei der Aufbereitung von warmem Brauch- und Heizwasser

Im ersten Teil des Artikels werden untersucht die Bedingungen die getroffen werden sollen für eine Überlagerung des Wärmebedarfs bei der Aufbereitung von warmem Brauch und Heizwasser. Aufgrund der vom INCERC durchgeführten Messungen wird untersucht die zeitliche Variation der obenerwähnten Wärmelasten indem man die statistischen Angaben und einzelnen Faktoren die eine derartige Variation hervorrufen systematisch gliedert.

Im zweiten Teil des Artikels wird ein Verfahren vorgefürt das der Untersuchung der überlagerung beider Wärmelasten dienen soll; dieses Verfahren, durch überlegungen aus der Wahrscheinlichkeitstheorie begründet, liefert eine allumfassende Informationsmenge über die Kriterien für eine wirtschaftliche Bemessung von Heizanlagen die zweckmässig beide Wärmenachfragen decken.

СОДЕРЖАНИЕ

Л. МАРЕШ, Р. ДЖЮРДЖЯ: Вопросы связаные с ростом степени сборности многоэтажных типовых промышленных зданий

Исходя от необходимостей выявленных при помощи предпринятой анкеты в материале представлены некоторые аспекты связанные с решением многоэтажных промышленых цехов с пролетами и расстояниями между коллонами 6м ×6м ; 9м × 6м и 12 м × 6м и полезными нагрузками от 500 кг/м² до 1500 кг/м² увязаные с необходимостью увеличения степени сборности строительно-монтажных работ.

Рассматривая краткое изложение проанализированых решений видно что в настоящем этапе созданы предпосылки для возведения в широком диапазоне многоэтажных цехов из полностью сборных несущих элементов.

Изложение в рамках данной статьи решений на полностью сборных элементах которые будут окончательно оформлены в 1971 г. Институтом по проэктированию зданий и сооружении, в виде рабочих чертежей, задается целью уточнить направляющие линии по которым теперь идут к типовым зданиям такого вида. Одновременно данный материал может служить для ориентировки при выборе решений для конкретных капиталовлажении в течении следующих лет.

В. ФОКША, А. МИХУЛ, К. ШЕРБЕСКУ: Соображения относительно коррозии металлических сооружений.

Авторы , основываясь на конкретных примерах, представляют ряд случаев происшедших в следствии конструктивных и эксплуатационных условий которые благоприятно действуют на коррозию металлических конструкций находящихся в напряженном состоянии (факторы которые действуют на процесс коррозии типа: между-кристальной, электрохимическои, аэрационной и т.п.).

Анализируя причины приводящие к процессу активной коррозии авторы укозывают и способ решения и способ предотвращения таких явлений.

Р. АДЖЕНТ: О расчете внецентренно сжатых железобетонных коллон учитывая при этом их гибкость.

Представлена современная стадия исследований и испытаний косающихся гибкости принимаемой в расчет железобетонных коллон подвергаемых внецентренному сжатыю. Сравнивая различные зарубежные исследования и нормы производится критический анализ теоретических основ существующих румынских норм и сделаны некоторые предложения по их улучшению.

Г. ЯЕССЛЕР: Пластический расчёт прямоугольных плит, свободные стороныкоторых могут находятся под воздействием равномерно распределённых нагрузок

Способ расчёта, представленный в статье, основанный на классических гипотезах теории линий разрыва, позволяет производить расчёт — в пластической области — прямоугольных железобетонных плит, используя для этого графики, которые благодаря малому количеству содержимых параметров, в значительной мере содействуют снижению времени, необходимому при назначении размеров или проверке этих параметров зданий и сооружений.

М. СТОЙКА, К. ЧОКИНЭ, А. БРЮДЕР: Методы симулирования поведения норм труда

В настоящее время окончательная разработка и применение норм труда на строительных площадках происходит после их проверки на производстве (в течение трёх месяцев — республиканские нормыи в течение месяца — все остальные нормы).

Для улучшения указанного метода и для того, чтобы увеличить точность проверки, авторы предлагают применение метода цифрового симулирования, используя для этого электронно вычислительную машину, для которой исходными данными будут являться хронометрированные ряды, использованные при проектировании норм и нормативов труда. На основании результатов симулирования получается первая информация относительно поведения норм, а затем избираются определённые изучаемые процессы труда, которые будут проверяться обычными методами и в натурных условиях

А. ТРЕЛЯ: Влияние изменения параметров условий работы на единичную стоимость выполняемых механизированно или по новым технологическим процессам

Автор исходит от идеи, что одним из главнейших препятствий по внедрению, в условиях экономической эффективности, новых технологий является тенденция абсолютизации и поголовного их применения даже в тех случаях, когда применение их становится нерентабельным. Он предлагает методику, которая позволила бы с одной стороны определять пределы экономической эффективности определённой технологии (или механизации работ), а с другой стороны устанавливать причины, приводящие к получению иных, непредусмотренных результатов.

И. РАППАПОРТ, Ш. ВИНТИЛЭ: Сложение тепловых нагрузок при приготовлении горячей воды для хозяйственных нужд и для отопления зданий

В первой части статьи анализируеются условия, в которых происходит сложение теплового расхода для приготовления горячей воды для обихода и отопления зданий. С этой целью и приняв в основу измерения, проведенные ИНЧЕРКом, исследуются изменения во времени тепловых, вышеуказанных, нагрузок одновременно систематизируя статистические данные и факторы, влияющие на это изменение.

Во второй части статьи предлагается метод анализа сложения указанных тепловых нагрузок, применяя при этом расчёт вероятностей, с целью получения, по мере возможности, наиболее обширной информации относительно экономного назначения размеров установок, производящих теплоту, которые соответствовали бы в надлежащих условиях обоим потребностям теплоты.

Probleme legate de mărirea gradului de prefabricare la clădiri industriale tipizate etajate*

Ing. LILIANA MAREŞ şi ing. R. GIURGEA
Institutul de proiectare pentru construcţii
Bucureşti

Creşterea ritmului de execuţie a construcţiilor industriale este legată de dezvoltarea intensivă a industriei în ţara noastră în ultima perioadă.

După cum se ştie, ponderea cea mai mare în industrie este deţinută de clădirile parter, care satisfac necesităţile tehnologice ale unor ramuri industriale foarte variate. Pe lîngă aceste tipuri de construcţii, în domeniul industriilor uşoară, alimentară, chimică, hîrtie, celuloză, construcţii de maşini etc., în cazurile în care se impune un flux tehnologic predominant pe verticală, s-au executat un număr important de clădiri industriale etajate.

Ţinînd seama de faptul că halele industriale etajate prezintă o serie de avantaje în ce priveşte posibilitatea amplasării lor în mediul urban, de economiile de teren obţinute datorită suprafeţelor construite reduse, de micşorarea investiţiilor în amenajări exterioare etc. şi că industriile citate mai sus cunosc în prezent, în R.S. România, un ritm de dezvoltare din ce în ce mai ridicat, se poate considera că sînt create premisele afectării unui efort mai mare pentru munca de concepere a structurilor etajate.

Industrializarea execuţiei construcţiilor la noi în ţară, în continuă dezvoltare prin crearea unei baze de producţie din ce în ce mai largi, dispunînd de mijloace de producţie şi utilaje de manipulare şi montaj moderne, impune proiectarea de noi soluţii constructive cu elemente prefabricate, care să răspundă cerinţelor de calitate şi eficienţă economică.

Preocuparea în această direcţie a început cu cîţiva ani în urmă prin analizarea posibilităţilor de mărire a gradului de industrializare şi de reducere a duratei de execuţie a construc-

---

* Elaborarea studiilor şi proiectelor de execuţie pentru hale industriale etajate s-a făcut în cadrul Sectorului de construcţii industriale al I.P.C. : şef sector ing. Gh. Săndulescu, şef atelier rezistenţă ing. M. Dabija, şef atelier arhitectură arh. R. Creţoiu, şef proiect ing. L. Mareş, proiectanţi arh. V. Jipa, ing. R. Giurgea.

ţiilor industriale etajate, cu scopul final de a oferi investorilor rezolvări de structură cu elemente unificate, tipizate, prefabricate în uzină.

Analizînd diversele cerinţe funcţionale care au determinat parametrii geometrici unificaţi la clădirile de producţie etajate (deschideri, travee, număr de niveluri, înălţimi de niveluri, încărcări utile pe planşee etc.), studiile efectuate în I.P.C. s-au axat pe cercetarea diverselor soluţii pentru realizarea structurii corpului principal de fabricaţie etajat.

În concluziile studiilor se arată posibilitatea de etapizare a soluţiilor avantajoase, ţinînd seama de posibilităţile actuale şi de viitor în sectorul de construcţii la noi în ţară, şi se stabilesc cele mai raţionale soluţii, pe baza unor analize comparative. În acest fel a apărut ca avantajoasă pentru o primă etapă rezolvarea corpului de fabricaţie etajat în structură mixtă, şi anume stîlpii de beton turnat la faţa locului şi planşeele prefabricate.

Această soluţie a fost definitivată în anul 1969 şi aprobată ca proiect tip de către Ministerul Construcţiilor Industriale. Structura de rezistenţă constă din cadre cu noduri rigide pe ambele direcţii, asigurîndu-se continuitatea de efort şi deformaţie la noduri şi, în acest fel, şi protecţia seismică a construcţiei (fig. 1).

Elementele de planşeu tipizate sînt de tip TT de 1,50 × 6,00 m, în două variante (beton armat şi beton precomprimat). Aceste elemente sînt realizate astfel încît să permită formarea de canale continue pe tot lungul halei, dînd posibilitatea amplasării, în înălţimea de construcţie a planşeului, a canalelor de ventilaţie şi a diverselor conducte tehnologice (aburi, forţă, aer comprimat etc.). În acest caz, elementele reazemă peste grinzile transversale prefabricate. Elementele TT pot fi folosite şi rezemînd în înălţimea grinzilor transversale pentru cazurile în care nu este necesară crearea de canale continue.

Grinzile longitudinale, avînd rolul principal de rigidizare a construcţiei în lung, pot fi realizate prin turnarea la cotă sau preturnate sub forma unor grinzi în secţiune T, de 6 m lungime.

Peste elementele de planşeu se realizează o suprabetonare armată de 3,5 cm grosime, care se toarnă pe şantier o dată cu monolitizarea nodurilor de cadru.

Toate elementele prefabricate folosite în această soluţie structurală au greutăţi sub 5 tone, ceea ce permite folosirea la montaj a utilajelor curent întîlnite la noi în ţară.

Proiectul tip de hale industriale etajate descris mai sus reprezintă o primă soluţionare cu folosirea parţială a prefabricatelor, rezolvînd o parte din necesităţile funcţionale, şi aplicabilă imediat.

Legat de imperativul măririi gradului de industrializare a construcţiilor şi avînd în vedere tendinţa continuă de creştere a volumului construit de clădiri industriale etajate, în cursul anului 1970 s-au elaborat, în cadrul unui studiu, noi soluţii structurale constructive cu elemente prefabricate, care să răspundă totodată şi unor necesităţi funcţionale mai variate.

Studiul soluţiilor structurale s-a făcut ţinîndu-se seamă de o serie de criterii constructive şi de execuţie ca :

— indici de consum de materiale şi preţ de cost cît mai reduşi ;

— industrializarea execuţiei prin prefabricarea integrală a structurii de rezistenţă în fabrici de prefabricate sau prin preturnare la şantier, şi deci reducerea corespunzătoare a manoperei pe şantier ;

— reducerea la minimum posibil a operaţiilor de montaj-asamblare la şantier prin trecerea la prefabricarea grea ;

— introducerea precomprimării, ca mijloc eficient de reducere a consumului de oţel pe ansamblul construcţiei, la elementele care, atît ca dimensiuni, cît şi ca încărcări justifică aceasta.

Ţinînd seama de cele de mai sus, în cadrul studiului s-au analizat un număr mare de soluţii constructive pentru un domeniu de aplicabilitate cuprinzînd :

deschideri : 6 m şi 9 m ;
travee : 6 m ;
număr de niveluri : P + 1 ÷ P + 5 ;
înălţime de niveluri : 4,20 m ; 4,80 m ; 5,40 m ;
sarcini utile pe planşee : 500 ; 1 000 şi 1 500 kg/m².

Soluţiile studiate au cuprins structuri de beton armat mixte şi integral prefabricate.

Pentru satisfacerea mai multor cerinţe funcţionale s-au analizat diverse tipuri de elemente de planşeu, urmînd a se definitiva ca elemente tip încă două tipuri (afară de elementul TT deja tipizat) :

— chesoane de beton armat de 1,5 × 6,0 m (fig. 2)

— fîşii de beton precomprimat cu goluri rotunde (fig. 3)

Astfel, pentru cazurile frecvente, cel mai indicat tip de element de planşeu, avînd consumurile minime, rămîne elementul TT de 1,5 × 6,0 m de beton precomprimat (omologat ca element tip în 1969) cu suprabetonare, care oferă posibilitatea creării de canale continue în lungul halei.

Pentru industriile care reclamă tavan neted se pot folosi elementele fîşii cu goluri rotunde, de 1,00 × 6,00 m actualmente în curs de definitivare, a căror tehnologie de execuţie este pusă la punct.

Pentru necesităţi de goluri tehnologice în planşee se pot folosi chesoane de beton armat de 1,5 × 6,0 m, şi ele în curs de definitivare, care permit prevederea de goluri în placă de maximum 1,75 × 1,25 m. Chesonul consumă mai mult decît elementul TT, este însă mai ieftin şi poate fi uşor executat în fabrici.

Soluţiile structurale de stîlpi şi grinzi s-au studiat legate de cerinţele constructive ale fiecărui tip de element de planşeu. Dintre soluţiile analizate s-au reţinut pentru definitivare soluţiile integral prefabricate.

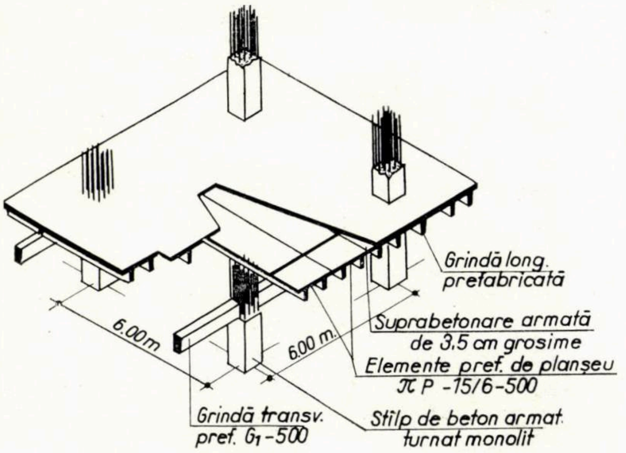


Fig. 1 — Structură mixtă : soluţie aprobată ca proiect tip

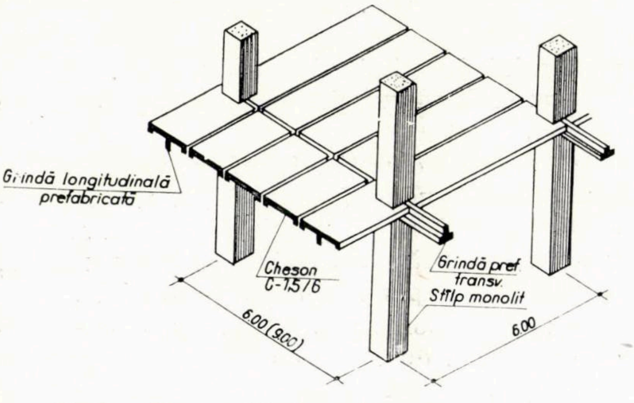


Fig. 2 — Planşeu alcătuit cu elemente de tip cheson

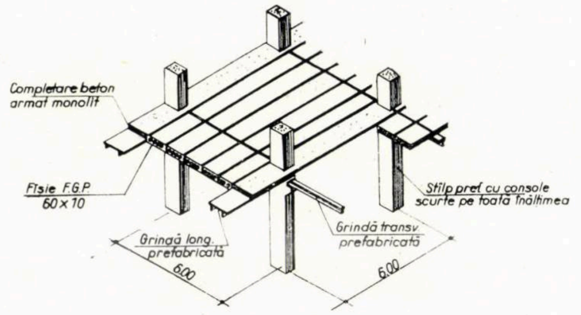


Fig. 3 — Planşeu alcătuit cu elemente de tip fîşie cu goluri

Diferitele variante studiate s-au diferenţiat în principal prin modul de realizare a stîlpilor prefabricaţi. Astfel, s-au studiat stîlpi prefabricaţi pe un nivel, cu sau fără capitel, stîlpi dintr-o bucată continui pe înălţimea a maximum trei niveluri, cu console scurte sau lungi, precum şi soluţii care constau din fragmentarea cadrelor pe fiecare nivel.

Soluţiile cu stîlpi fragmentaţi pe fiecare nivel (fig. 4) prezintă avantaje din punct de vedere al montajului, oferind pe ansamblul construcţiei elemente prefabricate de greutăţi reduse şi de valori apropiate, ceea ce oferă o folosire raţională a utilajului de montaj. Aceste soluţii însă, prin numărul mare de îmbinări executate la şantier şi plasate în zonele de solicitări maxime, nu oferă siguranţa necesară unei astfel de construcţii amplasate în zone cu grad mare de seismicitate.

Folosirea unor stîlpi continui pe toată înălţimea construcţiei sau pe mai multe niveluri reduce numărul de joante, dar confecţionarea, transportul şi montajul acestor elemente sînt mai dificile, necesitînd utilaje de capacităţi mari (fig. 5).

Alcătuirea scheletului din fragmente de cadre duce la un număr mai mic de elemente prefabricate şi de îmbinări, iar stabilitatea construcţiei este mai bine asigurată.

Gabaritul şi greutăţile mari ale acestor elemente le fac însă puţin adecvate confecţionării în fabrici şi impun folosirea la montaj a unor macarale cu capacitate mare de ridicare.

De asemenea, necesitatea confecţionării tuturor fragmentelor de cadre în acelaşi cofraj duce la structuri cu o alcătuire identică a etajelor, care nu sînt bine conformate, atît la solicitările verticale, cît şi la cele date de cutremur. În cadrul studiului s-au analizat frag-

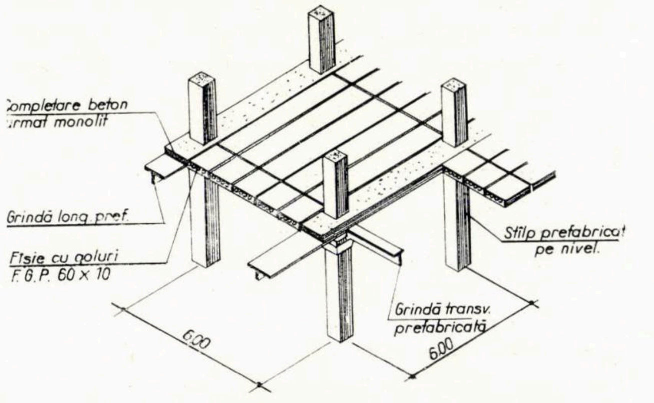


Fig. 4 — Structură prefabricată cu stîlpi fragmentaţi pe fiecare nivel

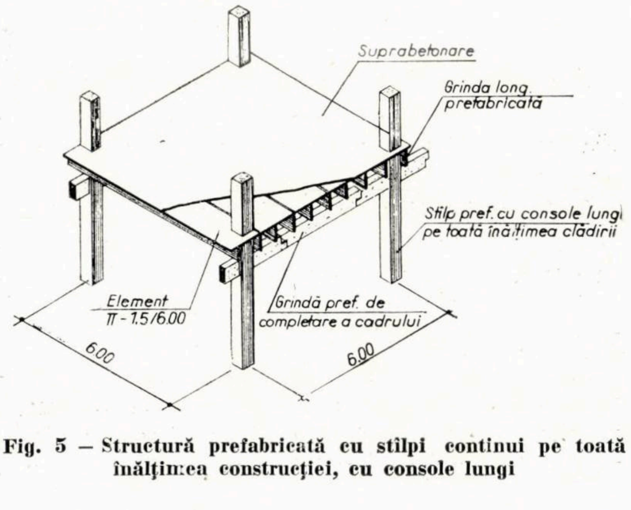


Fig. 5 — Structură prefabricată cu stîlpi continui pe toată înălţimea construcţiei, cu console lungi

mente de cadre de formă T formînd prin alăturare cadre cu articulație în mijlocul deschiderii riglelor (fig. 6).

Din comparația diferitelor soluții a reieșit ca fiind cea mai rațională structura cu stîlpi continui pe mai multe niveluri.

Stîlpii s-au realizat continui pe două sau trei niveluri, cu variație de secțiune pe înălțimea construcției, îmbinările lor făcîndu-se la etajele superioare și la o anumită înălțime deasupra planșeului, deci în zone de solicitări reduse.

Pentru zone neseismice sau cu grad mic de seismicitate, stîlpii s-au prevăzut cu console scurte, îmbinarea de continuitate a riglelor făcîndu-se chiar lîngă stîlp.

Pentru zone seismice s-au prevăzut stîlpi cu console lungi (fig. 7), cu rigle de completare a cadrelor transversale.

La acest sistem, joantele riglelor se așază în punctele teoretice de moment nul din sarcini verticale, în zonele de solicitări maxime avînd elemente continue, ceea ce duce la mărirea gradului de siguranță al construcției la solicitări seismice. Față de sistemul cu stîlpi cu console scurte, însă, acest sistem este mai complicat, atît din punctul de vedere al confecționării, cît și din cel al montajului.

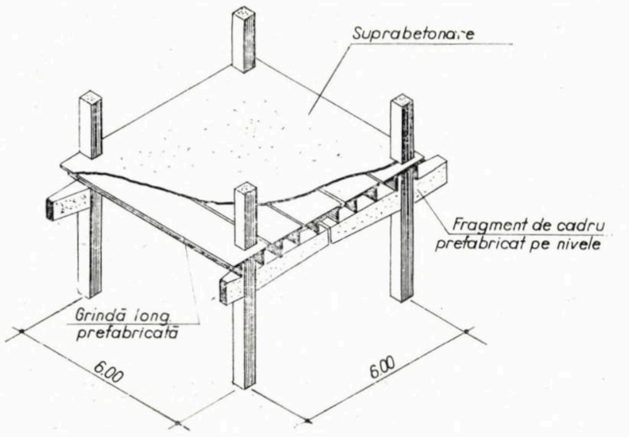


Fig. 6 — Structură prefabricată alcătuită din fragmente de cadre de formă T

Aceste soluții, pentru deschideri de 6 m, se află în prezent în curs de definitivare ca proiecte de execuție, urmînd a fi ulterior aprobate ca proiecte tip.

Ele vor fi extinse în continuare și la construcții cu deschideri de 9 m. La acestea se vor adopta elemente de planșeu de 6 m deschidere, folosite și la halele cu trama de 6 × 6 m, ce se vor descărca pe riglele de 9 m.

În prezent, atît la noi în țară, cît și în străinătate există tendința de a se trece la o tramă mărită la construcțiile etajate. Aceasta oferă, pe lîngă o suprafață utilă sporită prin reducerea

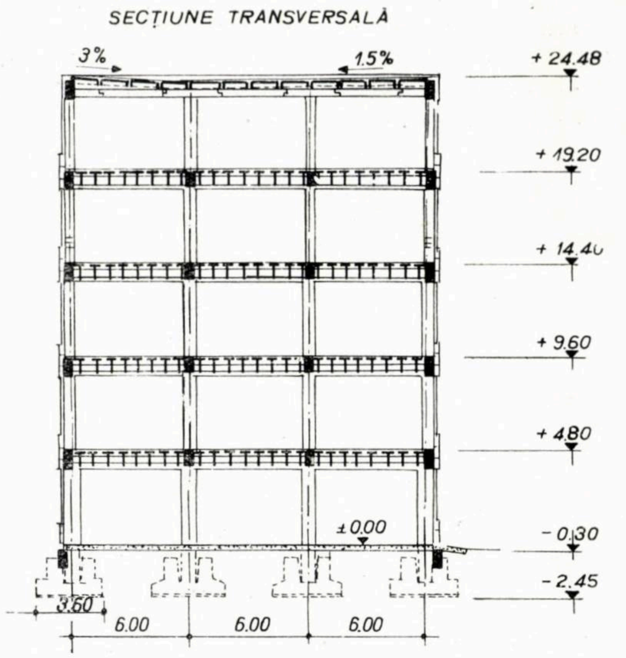


Fig. 7 — Structură cu stîlpi continui pe mai multe niveluri cu console lungi și rigle de completare

numărului de stîlpi, și o mare elasticitate în adaptarea la diversele tehnologii sau la alte cerințe.

În această direcție, în afara tramelor de 9 × 6 m s-a studiat și trama de 12 × 6 m. Deschideri de 12 m se pot întîlni în industriile ușoară, chimică, a construcțiilor de mașini, precum și la depozite și spații comerciale.

Studiul elaborat pentru construcțiile etajate cu deschideri de 12 m cuprinde două grupuri de soluții.

O primă soluție este așezarea riglei principale pe deschiderea de 12 m și rezemarea pe aceasta a elementelor de planșeu obișnuite (fig. 8). Această soluție are însă dezavantajul de a necesita elemente foarte grele — grinzile principale — în comparație cu celelalte elemente componente ale structurii, și de a duce la înălțimi de planșeu mari.

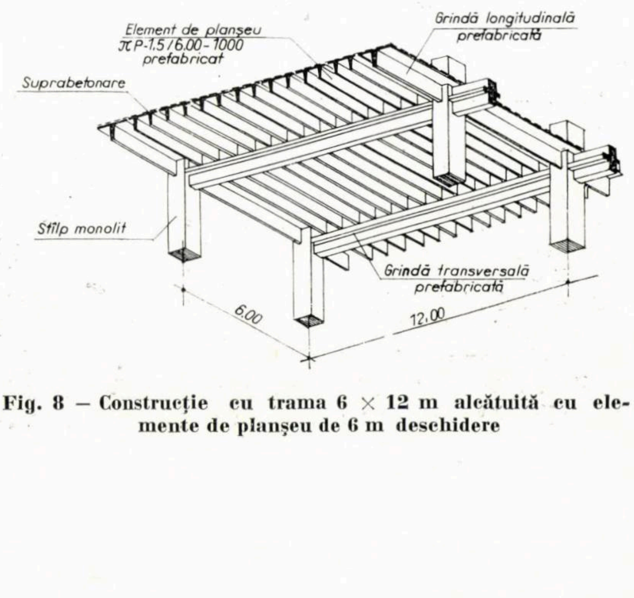


Fig. 8 — Construcție cu trama 6 × 12 m alcătuită cu elemente de planșeu de 6 m deschidere

Inconvenientele acestea se pot înlătura folosind soluţia cu elemente de planşeu noi, precomprimate, de 12 m deschidere, aşezate pe rigle principale de 6 m deschidere.

În acest sistem, cadrele portante se pot alcătui ca cele pentru trama de 6 × 6 m. Ca elemente de planşeu s-au studiat fîşii cu goluri de tipul celor folosite la poduri (fig. 9), elemente TT şi elemente TT cu diafragme la capete (fig. 10). Acestea din urmă oferă avantajul de a asigura rigiditatea construcţiei pe direcţia deschiderii de 12 m fără a necesita alte elemente speciale în dreptul stîlpilor, datorită posibilităţii de a obţine o bună legătură între elementele de planşeu şi celelalte elemente de cadru.

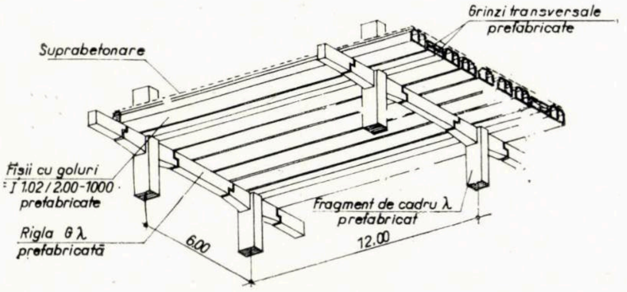


Fig. 9 — Construcţie cu trama 6 × 12 m alcătuită cu fîşii cu goluri de 12 m deschidere, de tipul celor folosite la poduri

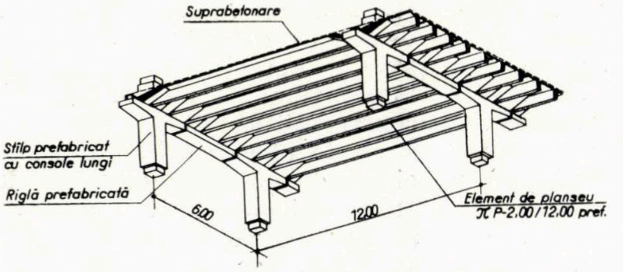


Fig. 10 — Construcţie cu trama 6 × 12 m alcătuită cu elemente de planşeu ∏ cu diafragme la capete

Definitivarea ca proiecte de execuţie tip a structurilor etajate cu deschideri de 12 m se preconizează a se face în I.P.C. în cursul anului 1971.

În ceea ce priveşte consumurile de materiale deficitare, soluţiile integral prefabricate oferă avantajul consumului foarte redus de cofraj şi sprijiniri (numai în zona monolitizărilor), precum şi al unei reduceri simţitoare a consumului de manoperă la şantier şi a duratei de execuţie. Faţă de soluţiile mixte, consumul de oţel este practic egal. Referitor la preţul de cost însă, trebuie arătat că soluţiile integral prefabricate, mai ales cele care folosesc elemente precomprimate, prezintă indici de preţ mai ridicaţi, datorită în principal preţului de cost foarte mare al betonului în prefabricate.

Construcţiile de hale industriale etajate se întîlnesc din ce în ce mai frecvent în mai toate ţările cu o industrie a construcţiilor dezvoltată, atît în ţările occidentale (R.F. a Germaniei, Elveţia, Austria, Belgia etc.), cît şi, mai ales, în ţările socialiste : URSS, R.P. Ungară, R.D. Germană, R.P. Bulgară, unde acţiunea de tipizare a acestor construcţii s-a început cu mai mulţi ani în urmă.

În ţara noastră, pînă în prezent, s-au executat cîteva hale industriale etajate, parţial sau integral prefabricate pentru industriile uşoară, alimentară, chimică, a lemnului etc., folosind în cadrul unor proiecte-unicat elementele tipizate de planşeu (fig. 11, fig. 12).

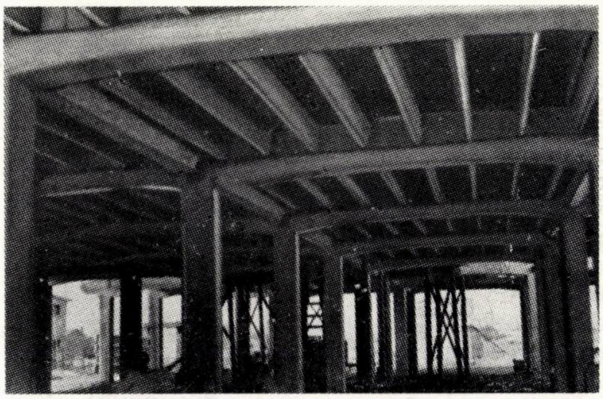


Fig. 11 — Construcţie etajată executată în Bucureşti, după un proiect IPROSIN, folosind elemente de planşeu ∏ tipizate

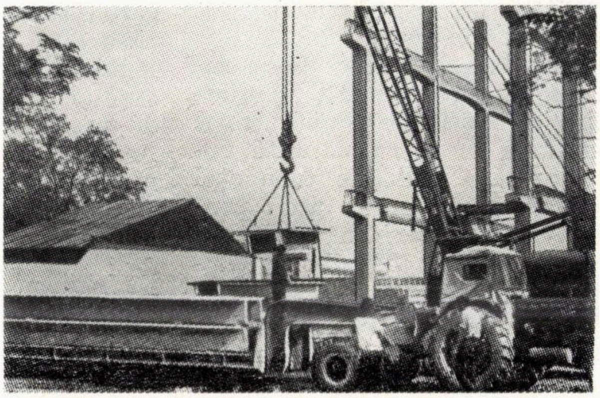


Fig. 12 — Element de planşeu ∏ în timpul montajului

În pas cu necesităţile actuale ale industriei se impune deci şi la noi în ţară continuarea acţiunii de unificare şi tipizare a construcţiilor industriale etajate, acţiune care implică însă dificultăţi mai mari în comparaţie cu construcţiile industriale parter, dat fiind specificul lor aparte legat şi de o mare diversitate tehnologică.

CONSIDERAȚII ASUPRA COROZIUNII CONSTRUCȚIILOR METALICE

Prof. dr. ing. **V. FOCȘA**, conf. ing. **A. MIHUL**, ing. **C. ȘERBESCU**
Institutul politehnic Iași

I. INTRODUCERE

În prezent, noțiunea de coroziune prezintă o largă accepțiune, fiind extinsă la diverse distrugeri cauzate de procesele chimice, electrochimice, bacteriologice, de cavitație, de erodare, de frecare, de coroziune sub stare de tensiune mecanică etc.

Combaterea prin diverse mijloace a acestor distrugeri produse de coroziune reprezintă una din problemele majore ale tehnicii contemporane, cu implicații economice de mare amploare și acuitate.

Pagubele produse de coroziune în construcții metalice sînt de mari proporții. Anual în lume se pierd datorită coroziunii 25 milioane tone oțel ceea ce corespunde unui procent însemnat din producția mondială (cca 30 miliarde dolari).

Coroziunea duce la pierderi directe, determinate de reducerea capacității portante a elementului metalic, reducerea siguranței de exploatare, pierderi în greutate de metal, cît și la pierderi indirecte, produse de cheltuielile necesare pentru remedierea efectului coroziunii (înlocuiri, consolidări, întreruperi ale procesului de producție, protecție anticorosivă). În acest sens, evaluarea pagubelor anuale într-o serie de țări este semnificativă : în SUA — 6 miliarde dolari, în Anglia — 600 milioane lire sterline, în Franța — 5 miliarde franci.

Cu cît investițiile în construcții metalice devin mai mari, cu atît și cantitatea de metal pierdut prin coroziune va fi mai mare și deci pagubele mai mari. Evident, rezultă importanța din ce în ce mai mare pe care o capătă studierea coroziunii în exploatarea acestor construcții.

În țara noastră, conducerea de partid și de stat a atras atenția asupra importanței pe care o reprezintă protecția anticorosivă în politica de economisire a oțelului. În România, studiul coroziunii este abordat de un sector special din cadrul Academiei, de Consilul Național al Cercetării Științifice, INCERC, laboratoarele uzinale din cadrul unor întreprinderi interesate, de colective de cercetare din institutele de învățămînt superior.

Procesul coroziunii este deosebit de complex, cu multiple aspecte, adesea sesizate în practică, dar nu întotdeauna explicate riguros și unitar din punct de vedere științific.

II. ASPECTE ALE COROZIUNII ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚII METALICE

Studiul coroziunii în construcții implică cercetări complexe ale inginerului constructor și ale specialistului în electrochimie. În general, chimiștii studiază elementul corodat în stare nesolicitată, în timp ce constructorul este interesat să studieze coroziunea sub stare de solicitare mecanică. În acest sens, apreciem comportarea la coroziune a elementelor de construcții metalice aflate sub stare de eforturi, diferită principial de procesul chimic sau electrochimic al coroziunii curente, la elemente nesolicitate. Prezența eforturilor mecanice accelerează procesul de coroziune, afectînd serios rezistența construcției.

Un colectiv din cadrul Institutului politehnic Iași și-a propus preocupări în problema coroziunii construcțiilor metalice aflate sub stare de tensiune mecanică.

În comportarea la coroziune a elementelor de construcții metalice se consideră hotărîtori următorii factori :

— stadiul de solicitare (domeniul elastic, elasto-plastic și plastic) ;

— modul de solicitare (întindere, compresiune, încovoiere, compresiune excentrică) ;

— alcătuirea elementului (material, formă și, în special, mijlocul de îmbinare utilizat) ;

— prezența zonelor cu concentrări de eforturi ;

— natura mediului agresiv-corosiv, în condiții de exploatare.

Încercările preconizate a fi efectuate, în condiții de laborator și exploatare, vor permite delimitarea ponderii grupelor de factori menționați mai sus asupra procesului de coroziune. Pe baza acestor cercetări se urmărește stabilirea unei metodologii de calcul care, printr-o serie de coeficienți diferențiați corespunzători celor cinci grupe de factori, să ia în considerare influența acestora asupra comportării reale a construcțiilor metalice, sub stare de tensiune mecanică, exploatate într-un mediu cu un grad mare de agresivitate corosivă.

Adoptarea unei metode de calcul la coroziune a elementelor de construcții metalice, aflate sub stare de efort, va permite eliminarea din practica proiectării a unor metode empirice. Ne referim, de exemplu, la tabla striată pentru podine de uzură sau la tabla pentru rezervoare, pentru care unele norme de proiectare prevăd sporirea arbitrară a grosimii necesare, pe considerente de coroziune, ceea ce duce la un consum suplimentar de oțel de pînă la 8 kg/m².

Apreciem că, în construcțiile metalice, cunoașterea cu suficientă exactitate a zonelor în care este posibilă apariția coroziunii ar putea permite protejarea periodică numai a acestor zone și nu a elementului de construcție sau a construcției în totalitate, ceea ce ar duce la importante economii de material și manoperă.

Efectul coroziunii sub stare de tensiune mecanică este și mai evident la construcțiile metalice actuale, la care secțiunile elementelor sînt reduse și deci capacitatea lor portantă este sensibil afectată de coroziune, cum este cazul la construcțiile suspendate, construcțiile pretensionate, pilonii de radio-televiziune, rezervoarele de mare capacitate, structurile cu îmbinări cu buloane de înaltă rezistență, construcțiile realizate din profile metalice cu pereți subțiri ș.a.

În cele ce urmează se vor evidenția unele aspecte ale coroziunii elementelor și îmbinărilor de construcții metalice, sesizate în situația de exploatare.

Din grupa de factori privind natura și alcătuirea elementului de construcție, o pondere importantă în procesul de coroziune revine următorilor:

— modului de elaborare a oțelului;

— procedeului de prelucrare a oțelului;

— tratamentelor termice aplicate;

— stării suprafeței elementului.

Influența acestor factori trebuie stabilită în condițiile coroziunii electrochimice (caz particular: coroziunea atmosferică) întîlnită curent în domeniul construcțiilor metalice; menționăm acest lucru, întrucît coroziunea chimică, aprofundată de specialiștii chimiști, este mai rar întîlnită în construcții metalice.

În aceste condiții, pentru domeniul construcțiilor metalice, se impune ca necesară clasificarea procesului de coroziune, după criteriul localizării distrugerii, după cum urmează:

1. Coroziunea de suprafață, cu două aspecte:

1.1. Coroziunea uniformă (generală, continuă), la care viteza de atac a agentului agresiv este aceeași pe toată suprafața metalului.

1.2. Coroziunea neuniformă (locală, punctiformă), la care viteza de atac a agentului agresiv nu este aceeași pe toată suprafața metalului, cum este cazul coroziunii elementelor de construcții metalice în condiții de depozitare, transport și exploatare.

2. Coroziunea interioară, cu următoarele aspecte:

2.1. Coroziunea intercristalină ce apare la limita grăunților cristalini ca urmare a structurii metalografice ușor modificată local.

2.2. Coroziunea transcristalină ce apare ca urmare a unor defecte în structura interioară a cristalelor.

2.3. Coroziunea selectivă ce se manifestă prin distrugerea unuia din constituenții chimici sau structurali ai unui aliaj.

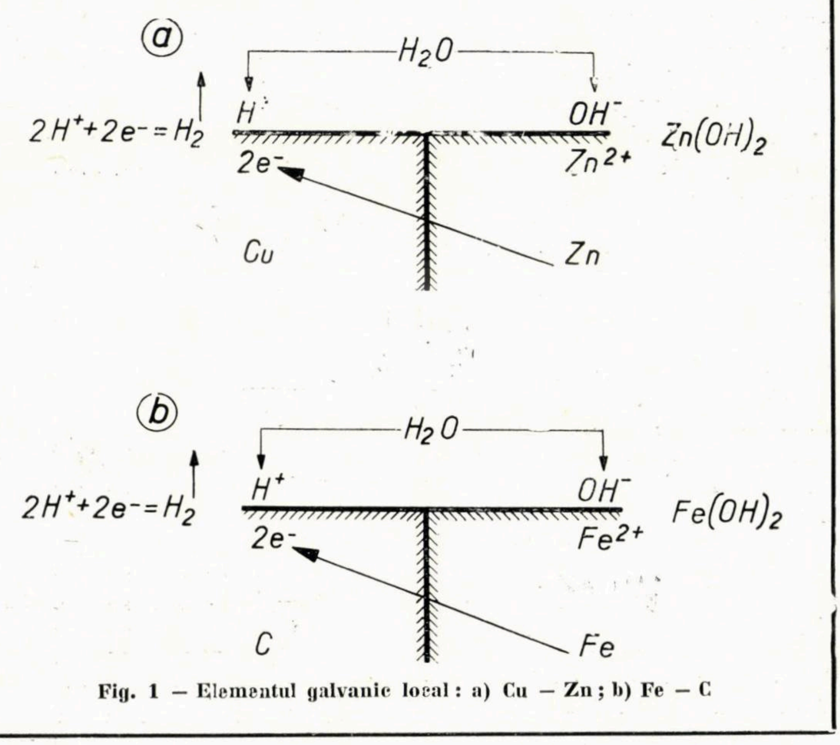


Fig. 1 — Elementul galvanic local: a) Cu — Zn; b) Fe — C

Coroziunea sub tensiune mecanică (constantă sau variabilă în timp), specifică construcţiilor metalice, face parte din categoria coroziunii interioare, de tip intercristalin.

Procesul de coroziune electrochimică este grăbit în cazul contactului dintre două metale cu tensiuni de dizolvare diferite (Cu—Al, Cu—Fe, Ni—Al) cînd iau naştere cupluri galvanice care duc la distrugerea metalului cu tensiunea de dizolvare mai mare (fig. 1 *a*). Acelaşi lucru se petrece şi în cazul corodării oţelului, cînd Fe devine anod şi se distruge, iar C lucrează catodic (fig. 1 *b*)

În acelaşi mod trebuie înţeles şi procesul de coroziune care apare la rezemarea unei grinzi puternic solicitate (din oţel aliat) pe un stîlp mai puţin solicitat (din oţel obişnuit). În construcţii metalice coroziunea electrochimică de aeraţie se localizează în zonele elementului care sînt mai puţin sau de loc supuse aerării. Anodizarea se observă în special în zona îmbinărilor bulonate sau nituite, acolo unde intrîndurile dintre piese pot crea pungi de apă, ceea ce presupune evacuarea locală a aerului. Este de presupus că aeraţia diferenţiată este cauza corodării locale a tablelor de oţel pe care condensează (sub formă de picături) vaporii de apă din atmosferă (fig. 2).

În acest mod se poate explica şi distrugerea conductelor metalice care străbat zone cu aeraţie diferită, tronsoanele conductei, supuse unei aeraţii mai reduse, distrugîndu-se; similar trebuie interpretată şi coroziunea mantalei rezervoarelor metalice, coroziunea de intensitate maximă apărînd la o anumită adîncime sub nivelul suprafeţei lichidului depozitat, adică acolo unde cantitatea de aer este mult mai redusă în comparaţie cu suprafaţa lichidului (fig. 3).

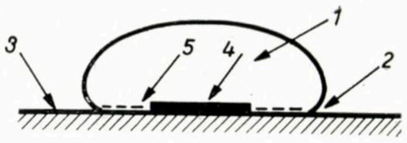


Fig. 2 — Coroziunea de aeraţie în cazul condensării vaporilor de apă pe suprafaţa unui metal : 1 — picătură de apă, 2 — aer, 3 — metal, 4 — zonă neaerată — anodică (distrusă), 5 — zonă aerată — catodică (conservată)

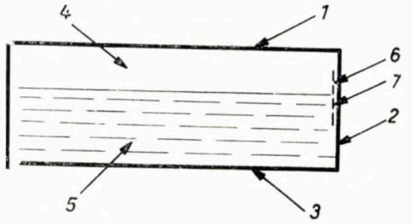


Fig. 3 — Corodarea mantalei rezervoarelor prin aeraţie diferenţiată : 1 — capac, 2 — manta, 3 — fund, 4 — aer, 5 — lichid, 6 — zonă aerată — catodică (conservată), 7 — zonă neaerată — anodică (distrusă).

Coroziunea îmbinărilor de construcţii metalice, în general puţin studiată, se datorează unor cauze foarte diferite, din care se evidenţiază :

— structura cristalină diferită a piesei şi a mijlocului de îmbinare ca urmare a procedeului diferit de prelucrare: astfel, la îmbinările nituite, piesa este laminată, iar nitul este forjat, iar la îmbinările sudate, piesa este laminată şi cordonul de sudură este turnat;

— modul diferit de lucru al piesei şi al mijlocului de îmbinare în ceea ce priveşte preluarea eforturilor; astfel la o îmbinare nituită (fig. 4*a*) piesele lucrează la întindere, iar niturile la forfecare sau presiune pe gaură sau, la o îmbinare sudată (fig. 4*b*), piesele lucrează la întindere, iar cordoanele de sudură (în relief) la forfecare;

— alcătuirea geometrică a îmbinării, care poate favoriza acumularea prafului şi deci absorbţia umezelii (fig. 5);

— concentrările de eforturi în materialul de bază, în apropierea niturilor sau cordoanelor de sudură, ca urmare a împiedicării deformării libere a elementelor în timpul execuţiei îmbinării; porţiunile reduse ca suprafaţă, intens tensionate, devin anod şi se distrug, în timp ce restul suprafeţei elementului devine catod şi nu se distruge prin coroziune; de asemenea, concentrările de eforturi şi deci coroziunea mai pot apărea la trecerile bruşte, neracordate, de la o secţiune la alta a unei bare (fig. 6).

III. CONCLUZII

Cele prezentate mai sus au urmărit a delimita şi ordona calitativ o serie de aspecte ale coroziunii elementelor de construcţii metalice aflate sub stare de tensiune mecanică (factori care influenţează procesul de coroziune de tip intercristalin, coroziunea electrochimică de aeraţie

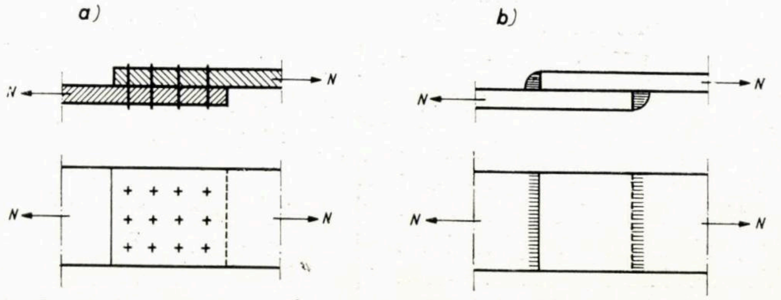


Fig. 4 — Modul de lucru diferit al elementului şi al mijlocului de îmbinare care favorizează coroziunea sub tensiune mecanică : *a* — îmbinare nituită *b* — îmbinare sudată

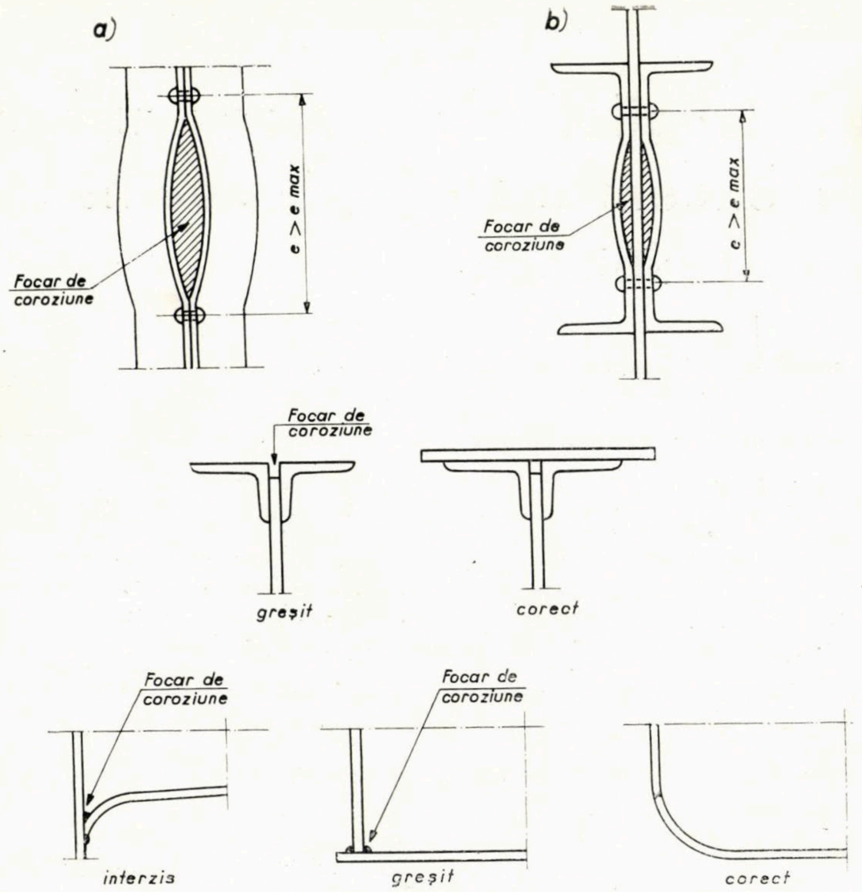


Fig. 5 — Alcătuirea greşită a îmbinărilor metalice, care permite apariţia focarelor de coroziune :

a — **alegerea greşită a distanţei dintre nituri în cazul îmbinării a două corniere ;** *b* — **idem în cazul a două profile U ;** *c* — **realizarea legăturii între talpă şi inimă în cazul unei grinzi cu inimă plină ;** *d* — **realizarea legăturii între manta şi fundul unui rezervor metalic.**

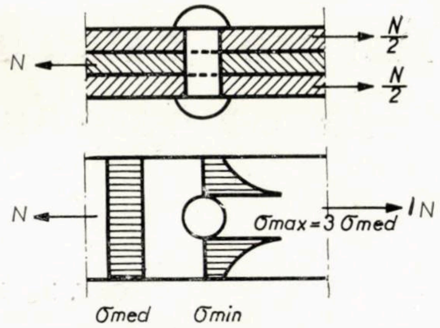
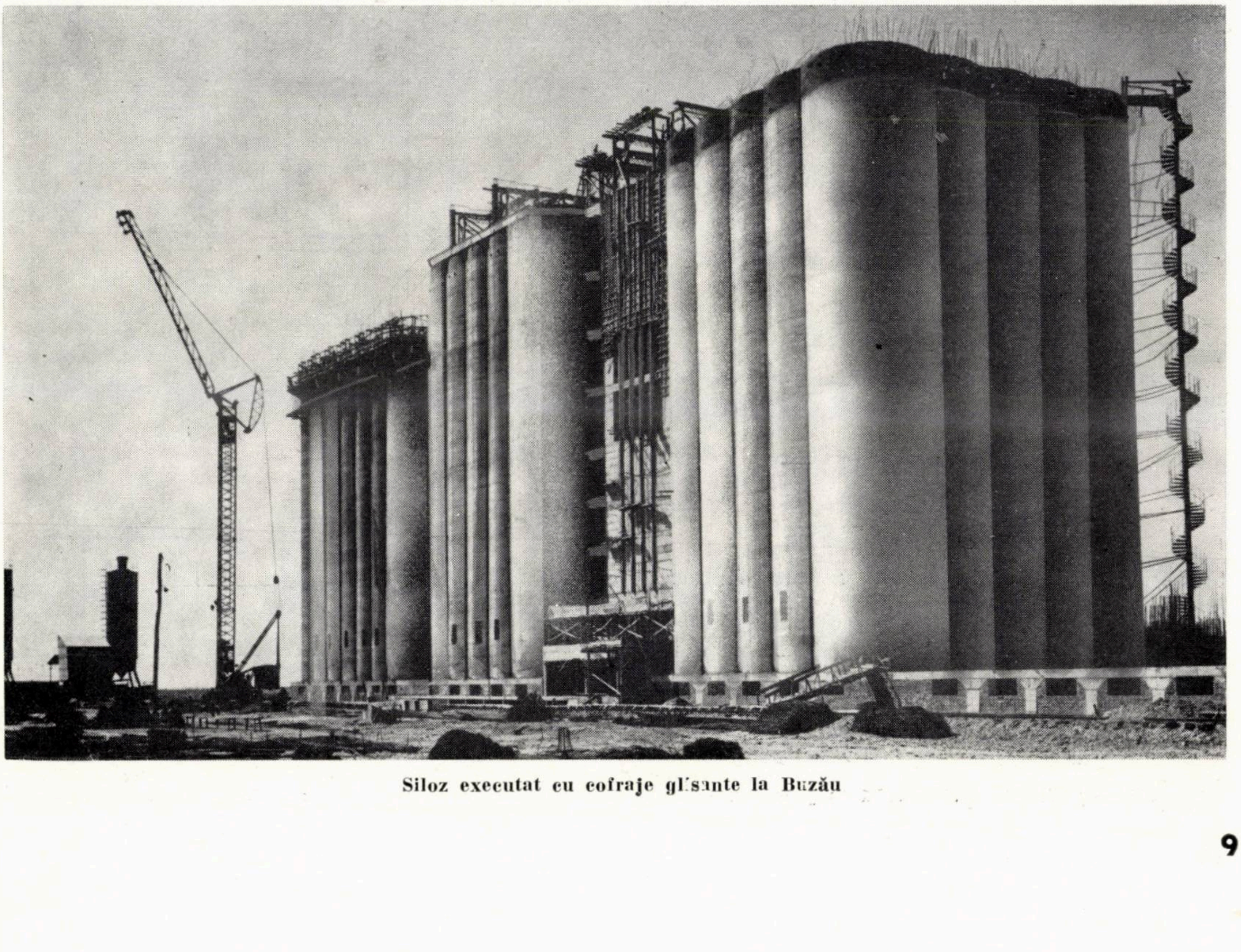


Fig. 6 — Concentrările de eforturi în piesă, apropierea găurilor de nituri sau buloane.

diferenţiată, comportarea la coroziune a îmbinărilor construcţiilor metalice ş.a.) De asemenea, se apreciază că protecţia anticorosivă a elementelor de construcţii metalice trebuie condiţionată de natura efortului la care este solicitat elementul respectiv.

Aprofundarea experimentală şi teoretică a coroziunii construcţiilor metalice sub stare de efort, ce face obiectul unor cercetări în continuare, va putea permite abordarea cantitativă a fenomenului, cu implicaţii utile proiectării şi exploatării economice a construcţiilor metalice.



Siloz executat cu cofraje glisante la Buzău

Asupra calculului stîlpilor de beton armat la compresiune excentrică, ţinînd seama de flexibilitate

Conf. ing. R. AGENT — Institutul de construcţii Bucureşti

În ultima vreme se remarcă în literatura de specialitate o preocupare din ce în ce mai susţinută pentru revizuirea şi îmbunătăţirea modului de luare în consideraţie a flexibilităţii în calculul stîlpilor de beton armat supuşi la compresiune excentrică. Numeroasele articole apărute în diferite reviste, precum şi modificările substanţiale introduse sau în curs de introducere în prescripţiile din U.R.S.S., S.U.A., R.F. a Germaniei şi din alte ţări, reflectă clarificarea unor idei — în trecut uneori destul de confuze — atît în înţelegerea şi formularea teoretică a problemei, cît şi în modul de conducere a calculului.

În lucrarea de faţă se prezintă o sinteză a stadiului actual al acestor preocupări, împreună cu unele concluzii ce ar putea servi la îmbunătăţirea actualelor noastre prescripţii pentru calculul elementelor de beton armat.

1. Influenţa excentricităţii forţei normale asupra capacităţii portante a elementelor de beton armat supuse la compresiune excentrică

O imagine sugestivă a modului cum variază capacitatea portantă a unui element de beton armat comprimat excentric în funcţie de excentricitatea forţei normale N se obţine exprimînd momentul capabil în funcţie de N şi urmărind alura curbei $M = f(N)$, denumită de americani *curba limită a lui Hognestad* [8], [9], [28], [34], [39]. Vom începe prin a analiza caracteristicile acestei curbe, în condiţiile relaţiilor de calcul din prescripţiile noastre (**STAS** 1546—50 şi **STAS** 8000—67). Pentru simplificarea expunerii, vom considera cazul stîlpilor cu secţiune dreptunghiulară şi cu armare simetrică.

1. 1. Cazul I de compresiune excentrică (excentricitate mare)

Notaţiile utilizate sînt arătate în fig. 1. Se observă că s-a notat cu A_a secţiunea totală de armătură, astfel că pe fiecare parte avem $\frac{A_a}{2}$.

Ecuaţiile de echilibru în starea limită de rezistenţă :

— ecuaţia de proiecţie :

$$b \times R_i = N \text{ de unde } x = \frac{N}{bR_i}$$

— ecuaţia de momente în raport cu armătura de pe latura opusă forţei N:

$$Ne = M + N\frac{h_a}{2} = \frac{1}{2}A_aR_ah_a + b\,x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right)R_i =$$

$$= \frac{1}{2}A_a\,R_a\,h_a + b\frac{N}{bR_i}\left(h_0 - \frac{N}{2\,b\,R_i}\right)R_i.$$

Momentul capabil în funcţie de N se obţine explicitînd pe M în relaţia de mai sus :

$$M = -\frac{Nh_a}{2} + \frac{1}{2}A_aR_a\,h_a + N\left(h_0 - \frac{N}{2\,b\,R_i}\right)$$

sau :

$$M = \frac{1}{2}A_aR_ah_a + N\left(h_0 - \frac{h_a}{2}\right) - \frac{N^2}{2\,b\,R_i}. \qquad (1)$$

Curba $M = f(N)$ este deci o curbă de gradul 2.

1. 2. Cazul II de compresiune excentrică (excentricitate mică)

Notaţiile sînt arătate în fig. 2.

Ecuaţia de momente în raport cu armătura de pe latura mai depărtată de forţa N:

$$Ne = M + N\frac{h_a}{2} = \frac{1}{2}A_aR_ah_a + S_0\,R_{pr} = S(\text{const.}) \qquad (2)$$

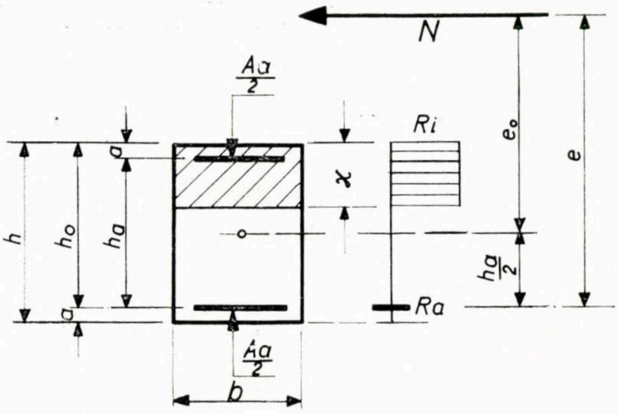


Fig. 1

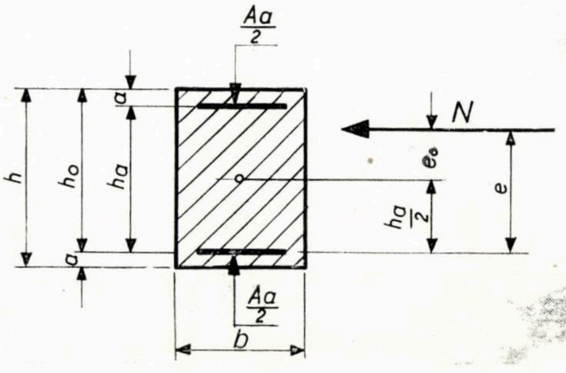


Fig. 2

de unde :

$$M = S - N\frac{h_a}{2} \qquad (3)$$

Curba $M = f(N)$ este deci în acest domeniu o dreaptă.

1. 3. **Curba limită** $M = f(N)$

Pentru tot domeniul de excentricităţi, curba $M = f(N)$ are forma din fig. 3, cu următoarele caracteristici, rezultate din cele arătate mai sus :

a. La limita $N = 0$, momentul capabil este cel corespunzător încovoierii simple, notat în figură cu M_i.

b. În domeniul excentricităţilor mari (cazul I de compresiune excentrică), este valabilă curba AB de gradul 2, dată de expresia (1). Pe această porţiune, cu cît forţa normală N creşte, cu atît creşte şi momentul capabil, deoarece capacitatea portantă a secţiunii este dictată de armătura întinsă, iar o mărire a forţei normale de compresiune reduce eforturile din armătura întinsă.

c. Printr-o coincidenţă, curba AB are un maxim chiar la limita între cazurile I şi II de compresiune excentrică, respectiv în punctul B din fig. 3 ($x = 0{,}55\ h_0$). În adevăr, anulînd derivata expresiei (1), avem :

$$\frac{dM}{dN} = h_0 - \frac{h_a}{2} - \frac{N}{bR_i} = h_0 - \frac{h_a}{2} - x = 0$$

de unde :

$$x = h_0 - \frac{h_a}{2}$$

sau, admiţînd $h_a \approx 0{,}9\ h_0$:

$$x \approx h_0 - 0{,}45\ h_0 \approx 0{,}55\ h_0$$

deci în vecinătatea limitei dintre cele două cazuri de compresiune excentrică curba AB este tangentă la verticală,

d. În domeniul excentricităţilor mici (cazul II), este valabilă dreapta dată de expresia (3). În această porţiune, cu cît forţa normală creşte, momentul capabil scade, deoarece capacitatea portantă a secţiunii este dictată de rezistenţa zonei comprimate, care este cu atît mai puternic solicitată cu cît N devine mai mare.

e. Pe porţiunea $A-B-A'$ (fig. 4), la fiecare valoare M a momentului capabil corespund cîte două valori N_1 şi N_2 pentru forţa normală capabilă. Cu alte cuvinte, dacă M este dat, secţiunea poate prelua forţe normale avînd valori cuprinse între N_1 şi N_2, ajungînd la starea limită de rezistenţă în cele două cazuri extreme $N = N_1$ şi $N = N_2$.

f. La limita $M = 0$, ecuaţia (2) ar trebui să coincidă cu ecuaţia de calcul la compresiune centrică :

$$N = b\,h\,R_{pr} + A_a\,R_a$$

Ecuaţia (2) este :

$$M + N\frac{h_a}{2} = \frac{1}{2}A_aR_ah_a + S_0\,R_{pr} = \frac{1}{2}A_aR_ah_a + 0{,}5\,b\,h_0^2\,R_{pr}$$

iar în situaţia limită $M = 0$ (compresiune centrică), se reduce la :

$$N\frac{h_a}{2} = \frac{1}{2}A_aR_ah_a + 0{,}5\,b\,h_0^2\,R_{pr}$$

sau, simplificînd cu $\frac{h_a}{2}$:

$$N = A_a\,R_a + b\,\frac{h_0^2}{h_a}\,R_{pr}$$

Valorile h_a, h_0 şi h fiind destul de apropiate între ele, iar h_0 fiind cuprins între h şi h_a, se poate pune cu suficientă aproximaţie $h_0^2 = hh_a$. În acest caz, relaţia de mai sus devine :

$$N = A_a\,R_a + bhR_{pr}$$

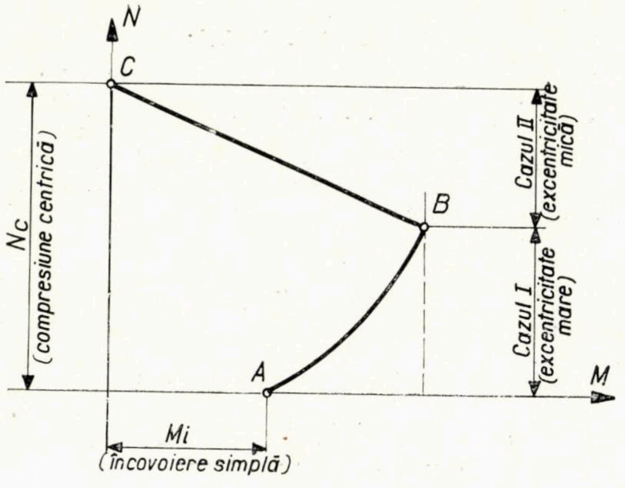


Fig. 3

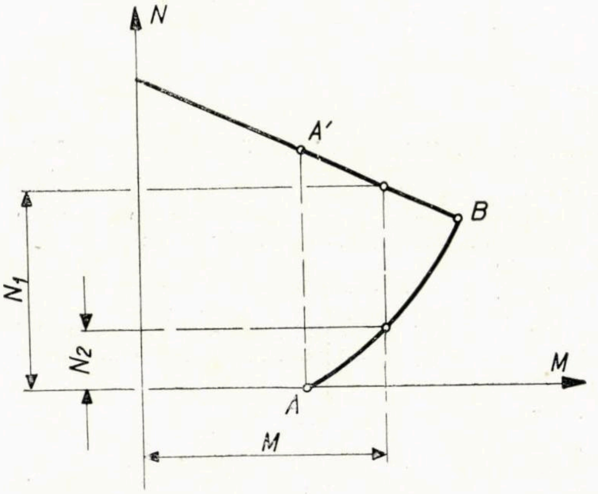


Fig. 4

deci s-a regăsit la limită formula de calcul valabilă pentru compresiune centrică, dar numai în cazul particular al armării simetrice şi cu introducerea aproximaţiei arătate. Coincidenţa nu este prin urmare riguroasă, ceea ce denotă o imperfecţie a relaţiilor de calcul, dar aceasta este lipsită de interes, diferenţele fiind neînsemnate.

Curbe de felul celor reprezentate în fig. 3 şi 4 se folosesc şi ca abace pentru calculul efectiv al elementelor supuse la compresiune excentrică, cu armare simetrică. Se iau atunci în abscisă şi în ordonată, în locul eforturilor N şi M, mărimile adimensionale corespunzătoare :

$$n = \frac{N}{bh_0\,R_i} \quad \text{şi} \quad m = \frac{M}{bh_0^2\,R_i}$$

şi se dă cîte o curbă pentru fiecare valoare $\alpha = \mu\frac{R_a}{R_i}$ (μ = coeficientul de armare).

2. Influenţa flexibilităţii stîlpilor asupra capacităţii lor portante la compresiune excentrică

2.1. Coeficientul de subţirime

Flexibilitatea unui stîlp este caracterizată prin coeficientul de subţirime :

$$\lambda_c = \frac{l_{fl}}{i}$$

unde :

l_{fl} = lungimea liberă de flambaj ;

$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = raza de girație a secțiunii transversale ;

I, A = momentul de inerție și aria secțiunii.

În cazul obișnuit al stîlpilor de beton armat cu secțiune dreptunghiulară este mai comod să se utilizeze coeficientul practic de subțirime :

$$\lambda = \frac{l_{fl}}{h}$$

unde h = latura secțiunii paralelă cu excentricitatea forței normale.

Relația între λ_0 și λ este, după cum se știe :

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{b\,h^3}{12} \cdot \frac{1}{bh}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = 0{,}29\,h$$

$$\lambda = 0{,}29\,\lambda_0$$

În cele ce urmează, vom utiliza denumirea de coeficient de subțirime pentru $\lambda = l_{fl}/h$.

2. 2. Efectul flexibilității

Pentru un stîlp de lungime l (fig. 5), încărcat cu o forță normală N și cu o forță transversală H, dacă se scriu relațiile între eforturi și deplasări după regulile calculului de ordinul II (în raport cu elementul în poziția deformată), se obține în secțiunea de la bază un moment încovoietor :

$$M = M_0 + \Delta M$$

format din momentul de ordinul I $M_0 = Hl$ și suplimentul de moment $\Delta M = Nf$ (f = săgeata la vîrf rezultată din calculul de odinul II).

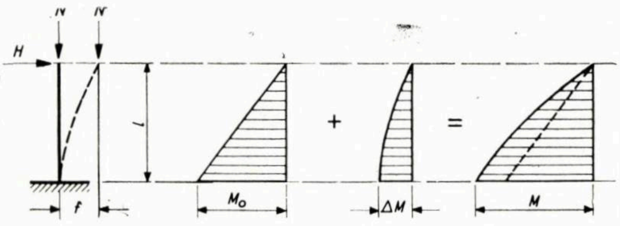


Fig. 5

Cu cît stîlpul este mai flexibil, cu atît cantitatea ΔM, neglijată în calculul static de ordinul I, devine mai importantă. Practic, determinarea ei este necesară numai cînd coeficientul de subțirime al stîlpului este $\lambda > 10$.

Cînd forța normală N atinge valoarea critică :

$$N = N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_{fl}^2}$$

se ajunge în starea limită de pierdere a stabilității (flambaj) și ΔM crește indefinit.

Să urmărim în fig. 6 [34] [39] influența flexibilității și a flambajului asupra reducerii capacității portante a unui stîlp comprimat excentric, folosind curba limită $M = f(N)$ definită anterior în fig. 3. Pentru aceasta, alegem o schemă de încărcare ca în fig. 5, cu o forță normală N și o forță transversală H aplicată la vîrful stîlpului și dăm o creștere proporțională forțelor N și H pînă la atingerea stadiului de rupere. Deocamdată ne vom referi la încărcări de scurtă durată.

a. Dacă stîlpul este „scurt" ($\lambda \leqslant 10$), se obține în fig. 6 dreapta (1), care atinge curba limită într-un punct a. În momentul ruperii, forța normală N va avea valoarea N_1, iar momentul încovoietor produs de forța H la baza stîlpului va fi momentul de ordinul I $M_0 = Hl$.

b. Dacă stîlpul este mai flexibil ($\lambda = 15 \ldots 30$), va interveni și momentul suplimentar $\Delta M = Nf$, astfel că în locul dreptei (1) vom obține în fig. 6 curba (2), care atinge curba limită într-un alt punct b. În momentul ruperii, momentul încovoietor la baza stîlpului va fi $M_0 + \Delta M$, iar forța normală capabilă va sc dea în consecință de la N_1 la N_2.

Se observă că în acest caz reducerea forței normale capabile nu provine din faptul că înaintea stării limită de rezistență ar fi apărut o stare limită de pierdere a stabilității, ci numai datorită creșterii de moment încovoietor ΔM. Prin urmare, nu este vorba aici de o *influență a flambajului*, ci de o *influență a flexibilității*, respectiv a momentelor de ordinul II.

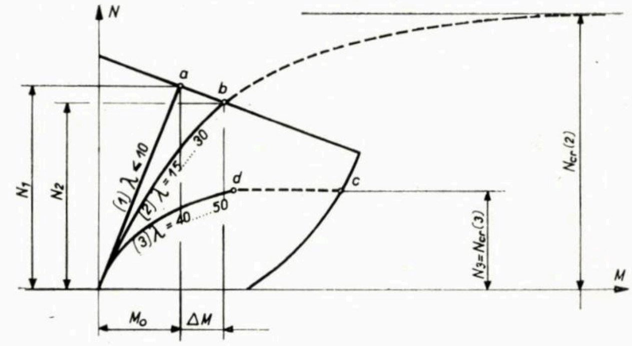


Fig. 6

Valoarea teoretică a forței critice de flambaj corespunzătoare curbei (2), notată în fig. 6 cu $N_{cr\,(2)}$, este mai mare decît cea a forței de rupere și poate fi reprezentată prelungind punctat curba (2) pînă cînd tinde asimptotic spre orizontală.

c. După cum a rezultat din încercările lui *Breen* și *Ferguson* [9], [34], un flambaj efectiv, înaintea atingerii stării limită de rezistență, la stîlpii de beton armat apare numai la valori foarte ridicate ale coeficientului de subțirime ($\lambda = 40 \ldots 50$), rar întîlnite în practică. În asemenea situații, obținem în fig. 6 curba (3), care tinde asimptotic spre orizontală la o valoare $N_{cr\,(3)}$ a forței normale mai mică decît N_1, atingînd curba limită într-un punct c. Forța normală capabilă va fi atunci $N_3 = N_{cr\,(3)} < N_1$, dictată de flambaj.

De regulă, în curbele trasate pe baza încercărilor se consemnează ca ultim punct determinat punctul d, iar porțiunea rectilinie d-c se marchează punctat. Aceasta deoarece flambajul se produce cu caracter brusc, astfel că ultimele deformații mari nu mai pot fi practic înregistrate. Este de remarcat că și aici, deși este vorba de o pierdere a stabilității, ruperea se produce tot prin atingerea curbei limită, cu deosebirea că palierul $N_{cr\,(3)}$ a fost atins înainte de rupere.

2. 3. Concluzii

Din cele de mai sus reiese că *în domeniul coeficienților de subțirime ce se realizează în practică la stîlpii construcțiilor civile și industriale* ($\lambda \leqslant 30$), *flambajul nu se produce, iar reducerea de forță normală capabilă datorită flexibilității intervine numai ca urmare a apariției momentelor de ordinul II.*

În unele studii experimentale efectuate în trecut, se pare că autorii s-au lăsat înșelați de asemănarea între modul de cedare a stîlpilor de beton armat prin rupere obișnuită și prin flambaj, ambele fiind însoțite — în cazul compresiunii excentrice — de deformații pronunțate de încovoiere.

Caracteristică sub acest aspect este seria de încercări la „flambaj" (Knickversuche) efectuate de *Bochmann* și *Röbert* [6], pe cadre-portal simetrice cu stîlpi articulați la bază și încărcate cu două sarcini concentrate aplicate pe riglă. Unul din tipurile de cadre încercate este cel reprezentat în fig. 7, cu $l/h = 30$ (l = lungimea efectivă a stîlpilor și nu lungimea lor liberă de flambaj). Menținînd constante valo-

rile forţelor P de pe riglă şi variind distanţa a, pînă la stîlp deci modificînd momentele, s-au obţinut următoarele valori pentru forţele de rupere :

Epruveta nr.	Distanţa a (cm)	$\frac{a}{l}$	P_{rupere} (tone)
21	5,3	0,013	24,20
25	16,2	0,039	10,65
26	33,9	0,081	5,20

Variaţia momentelor iniţiale (de ordinul I) M_0 a determinat deci o fluctuaţie a valorilor forţei de rupere de la simplu la de 5 ori, ceea ce denotă în mod evident că nu poate fi vorba în cazul respectiv de flambaj, ci de o rupere de tipul celei după curba (2) din fig. 6. Autorii nu s-au preocupat însă de acest aspect, limitîndu-se la simpla comparare a valorilor obţinute experimental cu cele prescrise prin normele DIN.

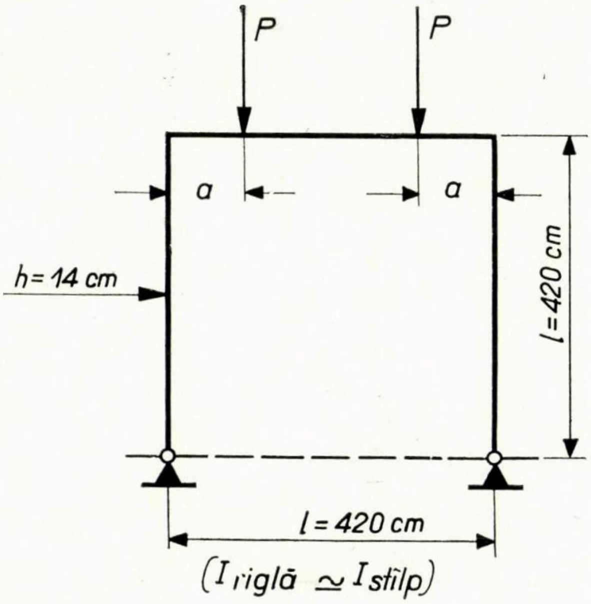


Fig. 7

În materialul de fundamentare a prescripţiilor sovietice SN i P II B.1 — 62, *Tal* şi *Cistiakov* [50] menţionează că, în domeniul de valori ale coeficientului de subţirime pentru care s-au efectuat în U.R.S.S. încercări ($\lambda \leqslant 30$), nu s-au observat cedări prin pierderea stabilităţii, ci numai prin rupere cu moment mărit. Această constatare este confirmată sub formă şi mai precizată de americani [9] [34], care au făcut şi încercări pe stîlpi cu subţirimi mai mari ($\lambda \leqslant 50$), constatînd cedări prin flambaj numai în domeniul $\lambda = 40 \ldots 50$.

Cităm de asemenea din interesantul tratat al lui *G. Franz* [15] : ,,Se observă că nu intervine o pierdere a stabilităţii, iar forţa de rupere este mai mică decît cea critică de flambaj. Avem de-a face aici cu o problemă de pură rupere (rezistenţă), în care însă pentru determinarea eforturilor este necesară aplicarea teoriei de ordinul II" (pag. 286).

Pornind de la concluzia că în domeniul de flexibilităţi care interesează efectiv la stîlpii de beton armat din construcţiile civile şi industriale ($\lambda \leqslant 30$) caracterul ruperii la compresiune excentrică este cel corespunzător curbei (2) din fig. 6, rezultă că şi pentru stîlpii flexibili (,,lungi") rămîn valabile aceleaşi relaţii de calcul în stadiul de rupere ca şi pentru stîlpii scurţi, cu deosebirea că în momentul încovoietor de calcul trebuie să fie inclus şi suplimentul de moment ΔM dat de un calcul de ordinul II.

3. Calculul lui ΔM în cazul încărcărilor de scurtă durată

3.1. Ipoteze de bază

Teoretic ΔM trebuie să rezulte dintr-un calcul static de ordinul II al structurii din care face parte stîlpul considerat, în ipoteza de încărcare cea mai defavorabilă. Un asemenea calcul se prezintă destul de laborios datorită faptului că factorul de rigiditate EI al fiecărui stîlp variază în funcţie de efortul axial şi de excentricitate. Această variaţie include atît variaţia modulului de elasticitate, cît şi pe cea a momentului de inerţie, care la excentricităţi mari este influenţat de poziţia axei neutre şi de ieşirea din lucru a betonului din zona întinsă. După cum recomandă şi *Mehmel* [35], este mai comod ca în mod convenţional să se adopte pentru I o valoare constantă şi uşor de calculat : $I = bh^3/12$, iar toate elementele variabile să fie cuprinse în valoarea lui E. Curba caracteristică, din care poate fi dedus $E_{aparent}$ pentru fiecare valoare a încărcării, poate avea forma din fig. 8*a* (la excentricităţi mici, cînd sînt predominante deformaţiile betonului la compresiune) sau din fig. 8*b* (la excentricităţi mari, cînd determinante sînt deformaţiile armăturii întinse) [4].

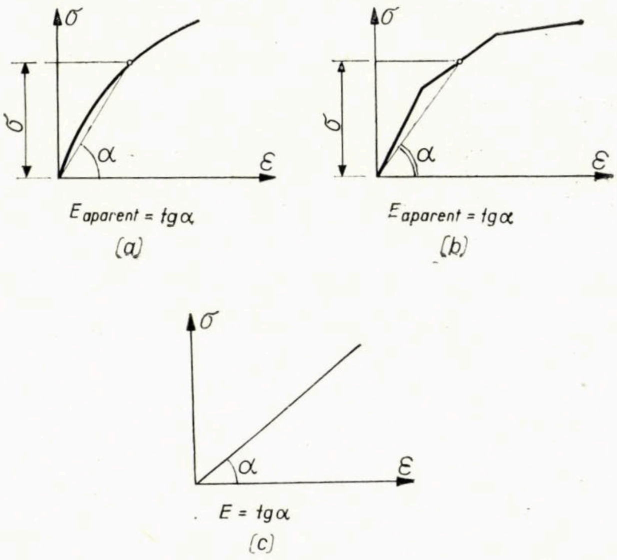


Fig. 8

În majoritatea prescripţiilor şi tratatelor se admite însă a se considera produsul EI independent de starea de solicitare, în care caz curba caracteristică este o dreaptă (EI = ct.), ca în fig. 8*c*.

Se desprind deci două categorii de metode pentru calculul lui ΔM :

— metoda mai aproximativă, bazată pe EI = ct., care permite stabilirea unei expresii analitice pentru curba (2) din fig. 6 ;

— metoda mai riguroasă, cu EI variabil, care conduce la necesitatea unui calcul de ordinul II din aproape în aproape (prin aproximaţii succesive), cu schimbarea la fiecare treaptă de calcul a valorii lui EI la fiecare stîlp în parte, în raport cu starea de eforturi obţinută în etapa precedentă.

Vom expune comparativ pe scurt cele două metode.

3.2. Calculul în ipoteza simplificatoare EI = ct.

3.2.1. *Formula lui Perry*

Considerăm un stîlp (fig. 9) de lungime l, acţionat de o sarcină normală N aplicată la vîrf şi de o încărcare transversală. După cum se ştie, dacă s-a admis EI = ct., valoarea sarcinii critice de flambaj nu este influenţată de mărimea şi distribuţia încărcării transversale, care poate fi luată oricum. Alegem

o încărcare distribuită sinusoidal, care prezintă particularitatea că diagrama încărcărilor, curba de momente și deformata sînt afine.

Se notează cu :

y = distanța de la vîrful stîlpului pînă la o secțiune curentă m;

f_0 = deplasarea stîlpului în raport cu secțiunea m, rezultată din calculul de ordinul I;

M_0 = momentul încovoietor de ordinul I în secțiunea m, produs de încărcarea transversală.

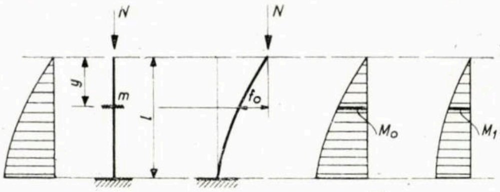


Fig. 9

Datorită deplasării vîrfului stîlpului cu f_0 în raport cu secțiunea m, apare în această secțiune un moment suplimentar $M_1 = N f_0$. Diagrama de momente M_1 determină o creștere a săgeții din m cu :

$$f_1 = \alpha M_1 = (\alpha N) f_0$$

unde α = un coeficient de proporționalitate între ordonatele deformatei și cele ale diagramei de momente.

Noua deplasare a forței N cu f_1 produce în m un moment suplimentar $M_2 = N f_1 = (\alpha N) M_1$. Momentele M_2 generează o nouă creștere a săgeții din m cu $f_2 = \alpha M_2$. În continuare :

$$M_3 = Nf_2 = (\alpha N) M_2 = (\alpha N)^2 M_1$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$M_{n+1} = (\alpha N)^n M_1.$$

Momentul total va fi:

$$M = M_0 + M_1 + M_2 + M_3 + \ldots = M_0 + M_1 + (\alpha N) M_1 + (\alpha N)^2 M_1 + \ldots$$

Termenii de la M_1 înainte formează o progresie geometrică de rație αN, prin însumarea căreia rezultă :

$$M = M_0 + \frac{M_1}{1 - \alpha N}$$

Cînd N atinge valoarea critică de flambaj $N = N_{cr}$, atunci $M \to \infty$ și deci rația progresiei geometrice devine $\alpha N = \alpha N_{cr} = 1$. Avem atunci :

$$\alpha = \frac{1}{N_{cr}}; \quad (\alpha N) = \frac{N}{N_{cr}}$$

$$\boxed{M = M_0 + \frac{M_1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}} \qquad (4)$$

(formula lui *Perry*)

Relația (4) se mai poate scrie : $M = M_0 + \eta M_1$ (5)

unde :

$$\boxed{\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}} \qquad (6)$$

În cazul particular considerat, al încărcării distribuite sinusoidal, se observă că avem și : $f_0 = \alpha M_0$, astfel că și M_0 face parte din progresia geometrică, pe care mai sus am presupus-o ca începînd de la termenul M_1. În consecință, formula lui *Perry* se poate scrie sub forma simplificată :

$$\boxed{M = \frac{M_0}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \eta M_0} \qquad (7)$$

Astfel η devine un coeficient global de amplificare a momentului de ordinul I pentru a ține seama de efectele de ordinul II.

La alte încărcări transversale decît cea distribuită sinusoidal formulele (4) și (7) devin aproximative, formula (7) reprezentînd evident o aproximație mai bună decît formula (4).

3.2.2. *Observații asupra aplicării practice la stîlpii de beton armat*

În formula lui *Perry* intervine forța critică N_{cr}. Dacă valoarea ei este cunoscută, formula este chiar ecuația căutată a curbei (2) din fig. 6 (v. și fig. 10). Cu ajutorul ei, pentru o valoare dată a sarcinii normale N putem calcula valoarea corespunzătoare a momentului încovoietor, în funcție de N/N_{cr}.

La stîlpii din beton armat însă, așa cum s-a arătat mai înainte, forța critică de flambaj nu se atinge efectiv înainte de rupere, putînd fi cu mult mai mare decît forța capabilă (v. fig. 10). Notînd cu $c_{fl} = N_{cr}/N$ coeficientul de siguranță la flambaj avem :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{c_{fl}}}$$

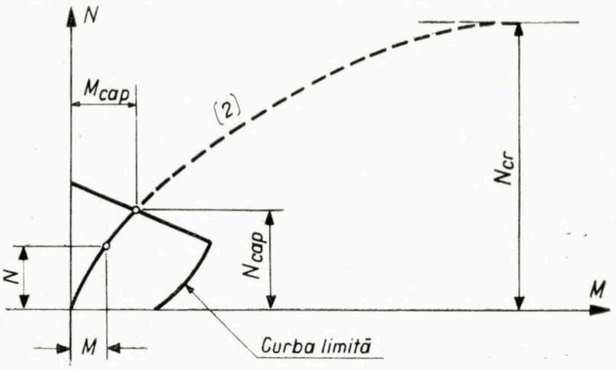


Fig. 10

Pentru diferite valori ale lui c_{fl}, rezultă următoarele valori ale coeficientului de amplificare η :

c_{fl}	∞	20	15	10	5	3	2	1,5	1,1	1,0
η	1,00	1,05	1,07	1,11	1,25	1,50	2,00	3,00	11,11	∞

respectiv în domeniul $\eta = 1,05 \ldots 1,25$, uzual la stîlpii de beton armat, coeficienții de siguranță la flambaj sînt foarte mari ($c_{fl} = 5 \ldots 20$). Deci *determinarea sarcinii critice nu servește pentru verificarea coeficientului de siguranță la flambaj, ci numai pentru a stabili ecuația curbei (2) din fig. 10.* $N_{capabil}$ se obține apoi la intersecția acestei curbe cu curba limită.

Deși la prima vedere pare curios că un calcul, în care de fapt flambajul nu intervine, este totuși pus în funcție de o determinare a sarcinii critice, utilizarea formulei lui *Perry* își păstrează logica în lumina celor arătate mai sus și prezintă avantajul important că permite o corelare destul de simplă și consecventă a calculului static cu cel de dimensionare a stîlpilor.

3.2.3. *Metodica de comparare a rezultatelor calculului cu datele experimentale*

Tot datorită faptului că N_{cr} nu se atinge efectiv, forța critică nu poate fi determinată nici experimental. În consecință, pentru confruntarea rezultatelor calculului cu datele experimentale s-a procedat în mod indirect, măsurîndu-se deformațiile (săgețile) în momentul ruperii și stabilindu-se pe baza lor valoarea convențională a modulului de elasticitate ce trebuie introdusă în expresia teoretică a forței critice :

$$N_{cr} = \pi^2 E_{conv.} \, I/l_{fl}^2,$$

pentru a obține concordanță între calcul și rezultatele încercărilor

$$\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \dfrac{N l_{fl}^2}{\pi^2 E_{conv} I}} \qquad (8)$$

Deci pentru un stîlp cu condiții de rezemare cunoscute (l_{fl} cunoscută), dacă E_{conv} este de asemenea cunoscut, η devine determinat.

Cînd stîlpul face parte dintr-o structură static nedeterminată mai complexă, lungimea de flambaj se stabilește fie pe baza unui calcul al stabilității structurii, fie în mod aproximativ, după indicațiile din manuale. Dacă N_{cr} se determină dintr-un calcul al stabilității structurii, atunci lungimea de flambaj va fi :

$$l_{fl} = l_{stîlp} \sqrt{\frac{N_E}{N_{cr}}}$$

unde $N_E = \dfrac{\pi^2 E_{conv} I}{l_{stîlp}^2}$ = forța critică după formula lui *Euler*.

3.2.4. *Valoarea modulului de elasticitate după diverse prescripții care folosesc formula lui Perry în forma* (7)

a. P r e s c r i p ț i i l e d i n U.R.S.S.

În U.R.S.S., formula lui *Perry* sub forma (7), respectiv (8), a fost introdusă la propunerea lui *A.A. Gvozdev* încă în prescripțiile mai vechi, bazate pe metoda de calcul „la rupere" care au fost apoi adoptate și la noi în STAS 1546—50. Pe baza încercărilor efectuate de *Borișanski* [7], s-a luat pentru E_{conv} expresia :

$$E_{conv} = 1{,}2\, c\, R_i \qquad (9)$$

unde :

R_i = rezistența de rupere a betonului la compresiune din încovoiere ;

$c = 400$, deci $E_{conv} = 480\, R_i$.

În acest mod, formula (8) se transformă în:

$$\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{N l_{fl}^2}{\pi^2 E_{conv} I}} = \frac{1}{1 - \dfrac{N l_{fl}^2}{400 \pi^2 R_i I}}$$

sau, punînd $\pi^2 \approx 10$ și înlocuind :

$$I = \frac{bh^3}{12} = bh \frac{h^2}{12} = A_b \frac{h^2}{12}$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{N}{400\, A_b\, R_i} \left(\dfrac{l_{fl}}{h}\right)^2} = \frac{1}{1 - \dfrac{N \lambda^2}{400\, A_b\, R_i}} \qquad (10)$$

E_{conv} este astfel stabilit ca N din formula (10) să fie sarcina de rupere a stîlpului (sarcina de exploatare multiplicată cu coeficientul de siguranță).

Aceeași expresie pentru E_{conv} s-a menținut și în prescripțiile de calcul la stări limită N și TU 123—55, deși semnificațiile lui N și R_i s-au schimbat (N = sarcina de calcul, R_i = rezistența de calcul).

În noile prescripții sovietice SN i P II B. 1—62, pe baza încercărilor efectuate de *Tal* și *Cistiakov* [47] [48] [49] [50], s-a trecut la o diferențiere a valorilor coeficientului c, ajungîndu-se la formula empirică :

$$c = \frac{66.000}{R + 350} \left(\frac{1}{\dfrac{e_0}{h} + 0{,}16} + 2p + 1 \right)$$

unde :

R = marca betonului ;

p = procentul de armare $= \dfrac{A_a}{A_b}\, 100\,\%$

În tabela care urmează sînt arătate valorile lui c după expresia de mai sus, pentru diferite mărci de beton, procente de armare și excentricități relative e_0/h.

$\dfrac{e_0}{h}$	p %	Valorile coeficientului c pentru beton de marca :		
		B 150	B 300	B 500
0,3	0,5	550	425	325
	1,0	684	526	402
	1,5	815	628	480
0,5	0,5	465	358	274
	1,0	597	460	352
	1,5	730	562	430
1,0	0,5	366	281	215
	1,0	498	383	293
	1,5	630	485	371

b. P r o p u n e r e a INCERC

O variantă la formula din prescripțiile sovietice este propusă în proiectul de prescripții redactat de INCERC [29] :

$$c = \frac{51.500}{150 + R_{pr}} \left(\frac{0{,}72}{\dfrac{e_0}{h} + 0{,}22} + p + 1 \right)$$

c. P r e s c r i p ț i i l e d i n S.U.A.

În noile propuneri pentru prescripțiile A.C.I., una din principalele modificări în ce privește considerarea flexibilității în calculul la compresiune excentrică este tocmai adoptarea formulei lui *Perry* sub forma (7). Pentru produsul EI se utilizează [34] expresia :

$$EI = 0{,}2\, E_b\, I_b + E_a\, I_a$$

admițîndu-se și forma simplificată :

$$E\, I \approx 0{,}4\, E_b\, I_b$$

respectiv : $E_{conv} = 0{,}4\, E_b$.

d. P r e s c r i p ț i i l e d i n F r a n ț a (B.A. 1960)

Transformînd formula de calcul dată în aceste prescripții pentru a o aduce la o formă comparabilă cu cele de mai sus, rezultă :

$$E_{conv} = \frac{1}{1{,}2} E_b .$$

e. P r e s c r i p ț i i l e d i n E l v e ț i a (SIA—Norm 162/1956)

Relația (7) este dată sub forma :

$$\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{N}{N_{cr.\,adm.}}}$$

unde $N_{cr.\,adm.} = \sigma_{fl\ adm.}\, A_{ideal}$

Relația este valabilă în domeniul $\dfrac{l_{fl}}{h} \leqslant 43$.

3.2.5. *Prescripţii care folosesc relaţia* (4)

În unele prescripţii se utilizează relaţia (4) pusă în forma mai directă :

$$M = M_0 + Nf$$

unde f = săgeata totală, incluzînd şi efectele de ordinul II. Pentru f se dau următoarele expresii :

— În recomandările UNESCO [43] :

$$f = \left(\frac{l_{fl}}{i}\right)^2 \frac{h}{30.000}$$

— În normele C.E.B. [42] :

$$f = \frac{r\, l_{fl}^2}{10\, \rho}$$

unde :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\varepsilon_a - \varepsilon'_a}{h_a} \text{ (curbura) ;}$$

ε_a, ε'_a = deformaţiile specifice ale armăturilor A_a şi A'_a ;
h_a = braţul de pîrghie între armăturile A, A'_a.

— În DIN 1045, se dă pentru f o expresie în funcţie de coeficientul de subţirime, de efortul în armătură (σ_a) şi de procentul de armare.

— Este de menţionat că în studiul privind modificarea prescripţiilor ACI s-a analizat [34] şi varianta adoptării unei formule de tipul (4), ajungîndu-se totuşi la concluzia de a adopta formula (7), pe considerente de simplitate.

3.2.6. *Suprapunerea efectului flexibilităţii stîlpului cu cel al rotirii fundaţiei datorită tasărilor terenului*

Este cunoscut modul de considerare în calcul, atît la stîlpi, cît şi la diafragme, coşuri de fum ş.a., a săgeţilor suplimentare f_φ (fig. 11) provocate de rotirea fundaţiei.

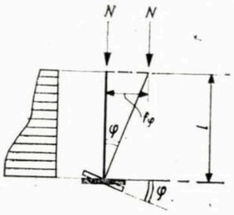


Fig. 11

Notînd cu :

I_f — momentul de inerţie al suprafeţei bazei fundaţiei ;
C_φ — coeficientul de tasare al terenului de fundaţie la rotire ;
f_φ — săgeata la vîrful stîlpului, din efectul rotirii fundaţiei ;
M — momentul încovoietor la baza fundaţiei, din acţiunea încărcărilor transversale,

avem :

$$\varphi = \frac{M}{C_\varphi I_f}; \qquad f_\varphi = \varphi l = \frac{M\, l}{C_\varphi I_f}.$$

Trecînd la un calcul de ordinul II, găsim şi aici, în acelaşi mod ca la pct. 3.2.1. :

$$M = \frac{M_0}{1 - \dfrac{N}{N_r}} = \eta M_0 \qquad \left(\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{N}{N_r}} = \frac{1}{1 - \dfrac{1}{c_r}}\right)$$

unde :

M_0 = momentul la bază, de ordinul I ;
N_r = sarcina critică de răsturnare ;
c_r = coeficientul de siguranţă la răsturnare,

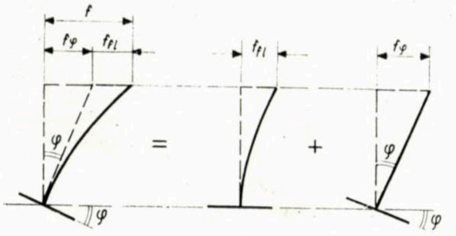


Fig. 12

Suprapunînd efectele de ordinul II ale flexibilităţii stîlpului şi rotirii fundaţiei (fig. 12), rezultă pentru coeficientul de amplificare a momentului încovoietor expresia :

$$\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{1}{c_{fl}} - \dfrac{1}{c_r}}$$

care reprezintă o formă lărgită a formulei lui *Perry* [15].

3.2.7. *Consideraţii privind limitele de utilizare a ipotezei simplificatoare* EI = ct.

Cu cît coeficientul de subţirime al stîlpului este mai redus, cu atît eventualele erori sau aproximaţii la calculul sarcinii critice influenţează mai puţin valoarea coeficientului η. De exemplu, dacă η calculat este 1,25, ceea ce corespunde, conform tabelei de la pct. 3.2.2, la $c_{fl} = 5$, şi presupunem că am greşit la calculul sarcinii critice, supraevaluînd-o cu 20 %, atunci în realitate avem $c_{fl} = 5/1{,}2 = 4{,}17$, respectiv :

$$\eta = \frac{1}{1 - \dfrac{1}{4{,}17}} = 1{,}316$$

deci la calculul lui η am greşit cu numai :

$$\frac{1{,}316 - 1{,}250}{1{,}250}\, 100\,\% = 5{,}3\,\%.$$

În tabelul care urmează sînt arătate rezultatele aceluiaşi calcul, în ipoteza erorii de + 20 % la c_{fl}, pentru mai multe valori ale lui η calculat.

η calculat	c_{fl} calculat cu o eroare de +20 %	c_{fl} real = $\dfrac{c_{fl} \text{ calculat}}{1{,}20}$	η real	eroare % la η
1,11	10	8,33	1,136	2,4 %
1,25	5	4,17	1,316	5,3 %
1,50	3	2,50	1,667	11,1 %

Rezultă că la valori mici ale coeficientului de subţirime, corespunzătoare la $\eta \leqslant 1{,}3$, la care aproximaţiile sau erorile la evaluarea forţei critice se repercutează puţin asupra mărimii coeficientului η, nu este necesară adoptarea unor metode de calcul prea riguroase şi ca atare folosirea ipotezei simplificatoare EI = const. este pe deplin satisfăcătoare. La stîlpi cu subţirimi mai mari se justifică trecerea la metode de calcul mai laborioase, de felul celor expuse în capitolul 3.3 mai jos.

O diferenţiere de acest fel ar fi de dorit să se reflecte şi în prescripţiile noastre, care să prevadă în domeniul $\eta \leqslant 1{,}3$ o expresie cît mai simplă pentru E_{conv}, de felul celei din proiectul de prescripţii A.C.I. sau din vechile prescripţii sovietice, iar pentru $\eta > 1{,}3$ un calcul mai analitic.

3.3. Calculul cu considerarea EI = variabil

Problema unui calcul de ordinul II ţinînd seama de variaţia factorului de rigiditate EI, respectiv a modulului de elasticitate convenţional, în funcţie de starea de solicitare a ele-

mentului, se găseşte încă într-un stadiu de tatonare. Procedee de această natură au fost propuse de mai mulţi autori, în special din R.F.G. [4] [35] [45] [51] [53] etc., dar nu au ajuns încă la o formă aplicabilă cu uşurinţă în practică. Marea lor majoritate se limitează deocamdată la cazul simplu al unui stîlp izolat, iar cele care se pot extinde la o structură mai complexă necesită un calcul din aproape în aproape, similar cu calculul ,,biografic" al structurilor în domeniul plastic şi care nu poate fi practic efectuat decît cu ajutorul unui calculator.

De asemenea, nici în ce priveşte compararea rezultatelor unui asemenea calcul cu datele experimentale nu se deţin încă elemente concludente. În legătură cu aceasta, prof. *H. Beck* [4] remarcă pe bună dreptate că : ,,Toate încercările de a face un calcul în domeniul elastic-neliniar (cu E_{conv} variabil) pot avea numai pretenţia de a da rezultate mai apropiate de realitate decît calculul elastic-liniar (cu E_{conv} constant), însă în nici un caz siguranţa unei concordanţe cu realitatea. Acestui fapt trebuie să i se acorde atenţie în discuţiile asupra curbei caracteristice $\sigma-\varepsilon$. În special trebuie să se demonstreze, din acest punct de vedere, care ipoteze dau cele mai mari avantaje pentru mersul calculului".

Dintre procedeele bazate pe ipoteza elastic-neliniară, vom prezenta cu titlu exemplificativ pe cel propus chiar de *H. Beck* în lucrarea citată mai sus şi care constă din următoarele :

— În locul curbei caracteristice $\sigma-\varepsilon$, se foloseşte direct relaţia moment — curbură, pentru care se adoptă schematizarea din fig. 13 (linie frîntă formată din trei tronsoane rectilinii). Cîte o curbă de acest tip trebuie stabilită pentru fiecare marcă de beton şi de oţel, pentru fiecare procent de armare şi fiecare valoare $n = N/bhR_i$, cea din fig. 13 fiind dată pentru B 250, oţel ST 42/50, $p = p' = 0{,}4\,\%$ şi $n = 0{,}2$. Punctele de frîngere K_1, K_2 şi punctul K_3 de intersecţie cu curba limită sînt date în fig. 14, în funcţie de :

$$m = \frac{M}{bh^2\,R_i} \quad \text{şi} \quad n = \frac{N}{bhR_i}.$$

— Calculul static de ordinul II al structurii se face prin metoda deplasărilor. În primă aproximaţie, se admite că toate barele au acelaşi modul de elasticitate convenţional, şi anume cel corespunzător primului tronson (OK_1) din diagrama moment-curbură.

— Cu eforturile N şi M astfel calculate în toate secţiunile, se stabilesc prin compararea cu curbele din fig. 14 porţiunile de bare în care s-a depăşit domeniul OK_1, trecîndu-se în domeniul $K_1\,K_2$ sau $K_2\,K_3$.

— Dacă pentru o bară AB (fig. 15*a*), cu diagrama de momente ca în fig. 15*b*, rezultă că pe o porţiune CB relaţia moment-curbură a trecut din domeniul dreptei OK_1 în cel al dreptei $K_1\,K_2$, respectiv diagrama curburilor a devenit cea din fig. 15*c*, se recalculează în consecinţă rigiditatea barei.

— Cu rigidităţile barelor astfel rectificate, se reface calculul static, obţinîndu-se noi valori pentru eforturile N şi M.

— Continuînd în acelaşi mod, se introduc din aproape în aproape toate rectificările necesare, rezultînd la sfîrşit o diagramă de eforturi pusă de acord cu ipotezele adoptate.

Calculul, a cărui similitudine cu un calcul ,,biografic" al unei structuri în domeniul plastic este vizibil, se efectuează bineînţeles cu ajutorul unui calculator, fără care ar deveni inabordabil. Nu apare încă suficient de clar cum s-ar putea adapta un asemenea calcul la situaţia cînd verificările secţiunilor se fac în stadiul de rupere, aşa cum este cazul prescripţiilor noastre.

În orice caz, problema nu este încă în stadiul de a fi transpusă într-o prescripţie sau chiar într-o metodă de largă utilizare.

4. Calculul lui ΔM în cazul încărcărilor de lungă durată

4.1. Influenţa deformaţiilor de curgere lentă. Timp critic de rupere

Modul cum se manifestă influenţa deformaţiilor din curgerea lentă a betonului asupra capacităţii portante la compresiune excentrică a stîlpilor flexibili se poate urmări pe reprezentarea din fig. 16.

Aşa cum s-a arătat şi în fig. 6, dreapta (1) corespunde cazului stîlpilor ,,scurţi", iar curba (2) stîlpilor flexibili, cu coefi-

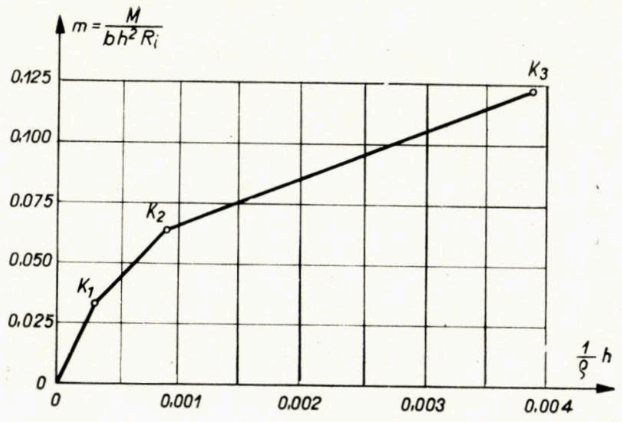


Fig. 13

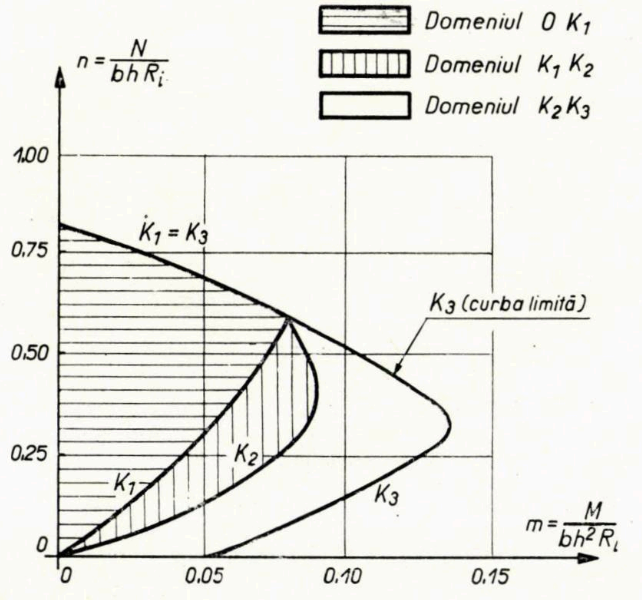


Fig. 14

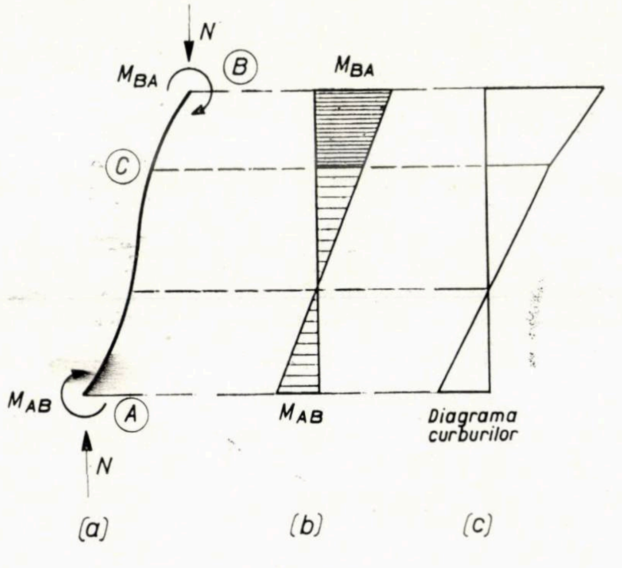


Fig. 15

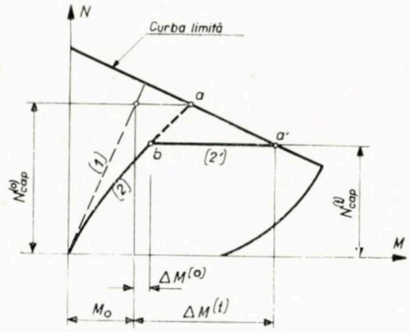


Fig. 16

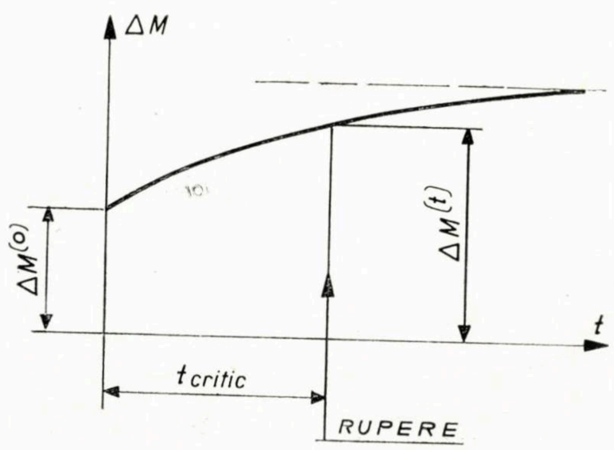


Fig. 17

cienţi de subţirime în limita $\lambda \leqslant 30$. Dacă întreaga încărcare este de scurtă durată, sarcina capabilă de rupere (notată în acest caz cu $N_{cap}^{(o)}$), se găseşte la intersecţia curbei (2) cu curba limită (punctul *a*).

Dacă încărcarea (vezi [17]) se opreşte la o valoare mai mică decît cea de rupere şi anume la punctul *b* de pe curba (2) şi se menţine la această valoare ca sarcină de lungă durată, atunci datorită deformaţiilor de curgere lentă momentele continuă să crească în timp, astfel că la timpul *t* momentul de ordinul II va ajunge de la $\Delta M^{(o)}$ la $\Delta M^{(t)}$. În consecinţă, curba (2) continuă după punctul *b* cu dreapta *b-a'* (2'). Dacă deformaţia de curgere lentă este suficient de mare ca punctul *a'* să ajungă pe curba limită, are loc ruperea, la o sarcină capabilă $N_{cap}^{(t)}$ mai mică decît $N_{cap}^{(o)}$.

Se vede deci că aceeaşi sarcină $N_{cap}^{(t)}$ care, aplicată un timp scurt, nu ar produce ruperea stîlpului, poate provoca ruperea după un timp *t*, datorită creşterii momentelor de ordinul II ca urmare a deformaţiilor de curgere lentă. Timpul respectiv poate fi denumit *timp critic*.

Este important de observat că în cazul obişnuit al stîlpilor acţionaţi simultan de sarcini verticale şi orizontale, *determinante pentru deformaţiile de curgere lentă sînt sarcinile care produc momente încovoietoare*, adică sarcinile orizontale şi cele verticale aplicate excentric. Aceasta ar justifica prevederile proiectului de prescripţii A.C.I. [34], care pun influenţa acţiunii de lungă durată exclusiv în functie de caracterul de lungă sau de scurtă durată al momentelor încovoietoare.

4.2. Prevederile diferitelor prescripţii

a. P r e s c r i p ţ i i l e d i n S.U.A.

În proiectul de prescripţii A.C.I. se dă pentru modulul de elasticitate convenţional expresia :

$$E = E_{sd} \frac{1}{1 + \dfrac{M_{ld}}{M_{sd} + M_{ld}}}$$

unde :

E_{sd} = modulul de elasticitate convenţional pentru încărcări de scurtă durată, a cărui expresie este dată la pct. 3.2.4 de mai sus ;
M_{sd} = momentul produs de încărcările de scurtă durată ;
M_{ld} = ,, ,, ,, ,, de lungă durată.

Rezultă :

$\dfrac{M_{ld}}{M_{ld} + M_{sd}}$	0.–	0,25	0,50	0,75	1,00
E/E_{sd}	1,–	0,80	0,67	0,57	0,50

b. P r e s c r i p ţ i i l e d i n U.R.S.S. (SN i P II B. 1–62).

Se folosesc notaţiile următoare :

N_{sd}, N_{ld} = sarcina normală din încărcările de scurtă şi de lungă durată ;
M_{sd}, M_{ld} = momentele încovoietoare din aceleaşi încărcări ;

$$e_{osd} = \frac{M_{sd}}{N_{sd}}; \quad e_{old} = \frac{M_{ld}}{N_{ld}}$$

m_0 = coeficientul de ,,flambaj''* pentru stîlpi comprimaţi centric, cu sarcină de lungă durată :

l_{fl}/h	10	14	18	22	26	30	34	38	40
m_0	1.–	0,93	0,85	0,78	0,70	0,63	0,55	0,48	0,45

Calculul la compresiune excentrică se face la eforturile echivalente :

$$N_{echiv} = N_{sd} + \frac{1}{m} N_{ld}$$

$$M_{echiv} = M_{sd} + \frac{1}{m} M_{ld} = N_{sd}\, e_{osd} + \frac{1}{m} N_{ld}\, e_{old}$$

unde :

$$m = \frac{m_o + \dfrac{2\, e_{old}}{h}}{1 + \dfrac{2\, e_{old}}{h}}.$$

c. P r e s c r i p ţ i i l e UNESCO

Se măreşte momentul de ordinul II ΔM_{sd} (din încărcarea de scurtă durată), a cărui expresie a fost dată la pct. 3.2.5, cu un coeficient :

$$\Delta M = \Delta M_{sd} \left[1 + \frac{N_{ld}}{\dfrac{1}{3}(N_{sd} + N_{ld})} \right]$$

d. În prescripţiile noastre actuale, bazate pe vechile prescripţii sovietice, nu este încă prevăzut nici un mod de luare în considerare a acţiunii de lungă durată a încărcărilor în calculul la compresiune excentrică al stîlpilor flexibili. Şi aici s-ar impune o tratare diferenţiată a problemei, adoptîndu-se pentru stîlpii cu coeficienţi de subţirime mici ($\eta \leqslant 1{,}3$) un mod de calcul cît mai simplu, de tipul celui din proiectul de prescripţii A.C.I., iar pentru stîlpii cu $\eta > 1{,}3$ un calcul mai detaliat.

* Este de observat că şi în cazul compresiunii centrice nu este în realitate vorba de o pierdere a stabilităţii, ci tot de o rupere cu moment mărit, momentul fiind generat de excentricităţi întîmplătoare.

Bibliografie

[1] AAS—JAKOBSEN, A. : *The C.E.B. — design method for reinforced concrete columns and frames — General Report.* În : Bulletin d'information C.E.B. nr. 62, sept. 1967.

[2] A.C.I. COMMITTEE 318 : *Building code requirements for reinforced concrete (A.C.I. 318—63)*, American Concrete Institute, Detroit, 1963.

[3] AGENT, R. : *Considerarea conlucrării spaţiale în calculul sarcinii critice de flambaj a stîlpilor la hale industriale cu poduri rulante.* În : Construcţii şi materiale de construcţie, nr. 3 şi 5/1970.

[4] BECK, H. : *Stabilität und Werkstoffverhalten im Stahlbetonbau.* În : Vorträge Betontag 1969, Deutscher Beton—Verein E.V., Wiesbaden, 1969.

[5] BLASER, A. : *Knicken von Stahlbetonstäben mit Rechteckquerschnitt unter Kurzzeitbelastung.* În : Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 180/1966.

[6] BOCHMANN, W. şi RÖBERT, S. : *Knickversuche mit Zweigelenkrahmen aus Stahlbeton.* În : Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 171/1965.

[7] BORIŞANSKI, M.S. : *Issledovanie ghibkih vneţentrenno sjatîh jelezobetonnîh kolonn.* În : Stroitelnaia Promîşlennosti, nr. 6/1938.

[8] BREEN, J.E. şi FERGUSON, PH.M. : *The restrained long concrete column as a part of a rectangular frame.* În : Journal of the A.C.I., nr. 5/1964.

[9] BREEN, J.E. şi FERGUSON, PH.M. : *Long cantilever columns subject to lateral forces.* În : Journal of the A.C.I., nr. 11/1969.

[10] BROMS, B. şi VIEST, I.M. : *Long reinforced concrete columns* În : Transactions of A.S.C.E., 1961, pag. 308—400.

[11] CHANG, W.F. : *Long restrained reinforced concrete columns* (Disert.). Univ. Texas, Austin, iunie 1961.

[12] CHANG, W.F. şi FERGUSON, PH.M. : *Long hinged reinforced concrete columns.* În : Journal of the A.C.I., nr. 1/1963

[13] CISTIAKOV, E.A. : *Nesuşciaia sposobnosti ghibkin vneţentrenno sjatîh jelezobetonnîh kolonn.* În : Beton i Jelezobeton, nr. 2/1960.

[14] FEY, T. : *Stablität von Stahlbeton—Rahmensystemen. Zweckmässige Form des Nachweises der Zusatzbeanspruchungen infolge lastunabhängiger und lastabhängiger Systemabweichungen.* În : Betontag, Wiesbaden, 1967.

[15] FRANZ, G. : *Konstruktionslehre des Stahlbetons, Band II. Tragwerke*, Springer, Berlin, 1969 (Cap. 4. Die Verformungen als Ursache von Veränderungen der Schnittkräfte, pag. 279—331).

[16] GAEDE, K. : *Stahlbetonsäulen unter Kurz- und Langzeitbelastung.* În : Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 129/1958.

[17] GREEN, R. şi BREEN, J.E. : *Eccentrically loaded concrete columns under sustained load.* În : Journal of the A.C.I., nr. 11/1969.

[18] HABEL, A. : *Die Tragfähigkeit der ausmittig gedrückten Stahlbetonsäulen.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 8/1953.

[19] HABEL, A. : *Vorschlag für die Knickberechung ausmittig gedrückter Stäbe mit Hilfe der erhöhten Ausweichzahlen von Jäger.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 12/1955.

[20] HABEL, A. : *Die Knicklänge der Rahmenstiele aus Stahlbeton.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 11/1958.

[21] HABEL, A. : *Grundsätzliches zur Knickberechnung der Stahlbetonrahmen.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 8/1961.

[22] HABEL, A. : *Knickformeln für freistehende Hallenrahmen.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 10/1960.

[23] HABEL, A. : *Praktischer Stabilitätsnachweis für Schornsteine, Brückenpfeiler, Kranbahnstützen und Funktürme aus Stahlbeton mit Berücksichtigung des Betonkriechens.* În : Österreichische Ing. — Zeitschrift, 1965, pag. 201—209.

[24] HABEL, A. : *Die Knicklängen elastisch eingespannter Kranbahnstützen.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 10, 1968.

[25] HANGAN, M.D. : *Beitrag zur Frage der Knickberechnung von Kranbahnstützen.* În : Bautechnik, nr. 11/1965.

[26] HANGAN, M.D. : *Poduri industriale (cap. VI. Elemente de calcul la stabilitate a podurilor industriale de beton armat*, pag. 160—282). Ed. Tehnică, Bucureşti, 1967.

[27] HANSON, R. şi ROSENSTRÖM, S. : *Tryckförsök med slanka betongpelare.* În : Betong, nr. 3/1947.

[28] HOGNESTAD, E. : *A study of combined bending and axial load in reinforced concrete members.* În : Eng. exp. station, University of Illionois, Urbana, Bull. nr. 399, nov. 1951.

[29] * * * : *Prescripţii pentru calculul la stabilitate al cadrelor de beton armat* (proiect — red. I, dec. 1963) *INCERC, Secţia de cercetări Timişoara.*

[30] JÄGER, K. : *Die Bemessung schlanker Stahlbetonstützen auf ausmittigen Druck.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 3/1955.

[31] KIRCHNER, G. : *Zur Bemessung von Stahlbetondruckgliedern.* În : Beitrage zum Massivbau — Mehmel-Festschrift, Beton-Verlag Düsseldorf, 1967.

[32] KORDINA, K. : *Stabilitätsuntersuchungen an Beton- und Stahlbetonsäulen* (Dissertation), Technische Hochschule München, 1957.

[33] KORDINA, K. : *Knicksicherheitsnachweis ausmittig belasteter Druckglieder.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. nr. 8/1964.

[34] MAC GREGOR, J.G., BREEN, J.E. şi PFRANG, E.O. : *Design of slender concrete columns — background to material being considered for the next A.C.I. building-code.* În : Journal of the A.C.I., ian. 1970.

[35] MEHMEL, A. şi KREBS, A. : *Ein Beitrag zur praktischer Behandlung des Stabilitätsnachweises für ausmittig gedrückte Stahlbetonglieder.* În : Konstruktiver Ingenieurbau — K. Hirschfeld-Festschrift, Werner Verlag, Düsseldorf, 1967.

[36] PAGANI, L., RAMU, P. şi THÜRLIMANN, B. : *Berechnung von Stahlbetonstützen für zentrisches und exzentrisches Knicken nach S.I.A. — Normenentwurf* 1966. În : Institut für Baustatik E.T.H. Zürich, Bericht nr. 6206 — 9/1966.

[37] PARME, A.L. : *Capacity of restrained eccentrically loaded long columns.* În : Symposium on reinforced concrete columns, S.P. — 13, American Concrete Institute, Detroit, 1966.

[38] PFRANG, E.O. şi SIESS, C.P. : *Analytical study of the behaviour of long restrained reinforced concrete columns subjected to eccentric loads.* În : Structural Research Series nr. 214, Civil Eng. Studies, Univ. of Illinois, Urbana, iunie 1961.

[39] QUAST, U. : *Näherungsweise Berechung der Traglasten ausmittig belasteter Stahlbetondruckglieder.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 5/1967.

[40] RAMU, P. : *Langzeitversuche an Stahlbetonstützen.* În : Institut für Baustatik E.T.H. Zürich, Bericht nr. 19, 1967 (v. şi ,,Schweizerische Bauzeitung", Heft 13, martie 1968).

[41] ROBINSON, J.R. şi MODJABI. S.S. : *La prévision des charges de flambement des poteaux en béton armé par la méthode de M.P. Faessel.* În : Annales de l'Inst. Tech. du Bâtiment et des Trav. Publics, sept. 1968.

[42] SAILLARD, Y. : *Bilan de quatre années d'application pratique des Recommandations internationales C.E.B. et F.I.P./.C.E.B.* În : Annales de l'Inst. Techn. du Bâtiment et des Trav. Publics, ian. 1969.

[43] SAILLARD, Y. ş.a. : *Code et manuel d'application pour le calcul et l'exécution de béton armé — UNESCO.* Dunod, Paris, 1968.

[44] SCHWARTZ, H. şi KASPAREK, K.H. : *Ein Beitrag zur Klärung des Tragverhaltens exzentrisch beanspruchter Stahlbetonstützen.* În : Bauingenieur, nr. 3/1967.

[45] SCHWARTZ, H. şi ROGENHOFER, H. : *Stabilitätsnachweise für Stahlbetontragwerke.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 8/1969.

[46] SPANG, J.M. : *Design method for long reinforced concrete columns*, M.S. Thesis, University of Delaware, iunie 1966.

[47] TAL, K.E. şi CISTIAKOV, E.A. : *Issledovanie nesuşcei sposobnosti ghibkin jelezobetonnîh kolonn, rabotaiuşcih po pervomu sluciaiu vneţentrennovo sjatia.* În : Rasciot jelezobetonnîh konstrukţii, Trudî NIIJB, Moscova, Vîpusk 23/1961.

[48] TAL, K.E. şi CISTIAKOV, E.A. : *Experimentalnîie issledovania nesuşcei sposobnosti ghibkin jelezobetonnîh sterjnei.* În: Experimentalno-teoreticeskie issledovania, Moscova, Gosstroiizdat, 1963.

[49] Tal, K.E. şi Cistiakov, E.A. : *Experimentalnoe issledovanie ghibkin jelezobetonnîh sterjnei pri dlitelnom nagrujenia.* În : Sbornik ,,Issledovanie procinosti, jestkosti i treşcinoustoicivosti jelezobetonnîh konstrukţii'', pod red. A.A. Gvozdeva, Vîpusk 26, Moscova, Gosstroiizdat 1962.

[50] Tal, K.E. şi Cistiakov, E.A. : *Rasciot nesuşcei sposobnosti ghibkin jelezobetonnîh elementov.* În : Rasciot i komstruirovanie elementov jelezobetonnîh konstrukţii (materialî po osnovaniu i raziaseniu novîh polojenii norm proektirovania betonnîh i jelezobetonnîh konstrukţii SN i P II B. 1—62), Moscova, Stroiizdat, 1964.

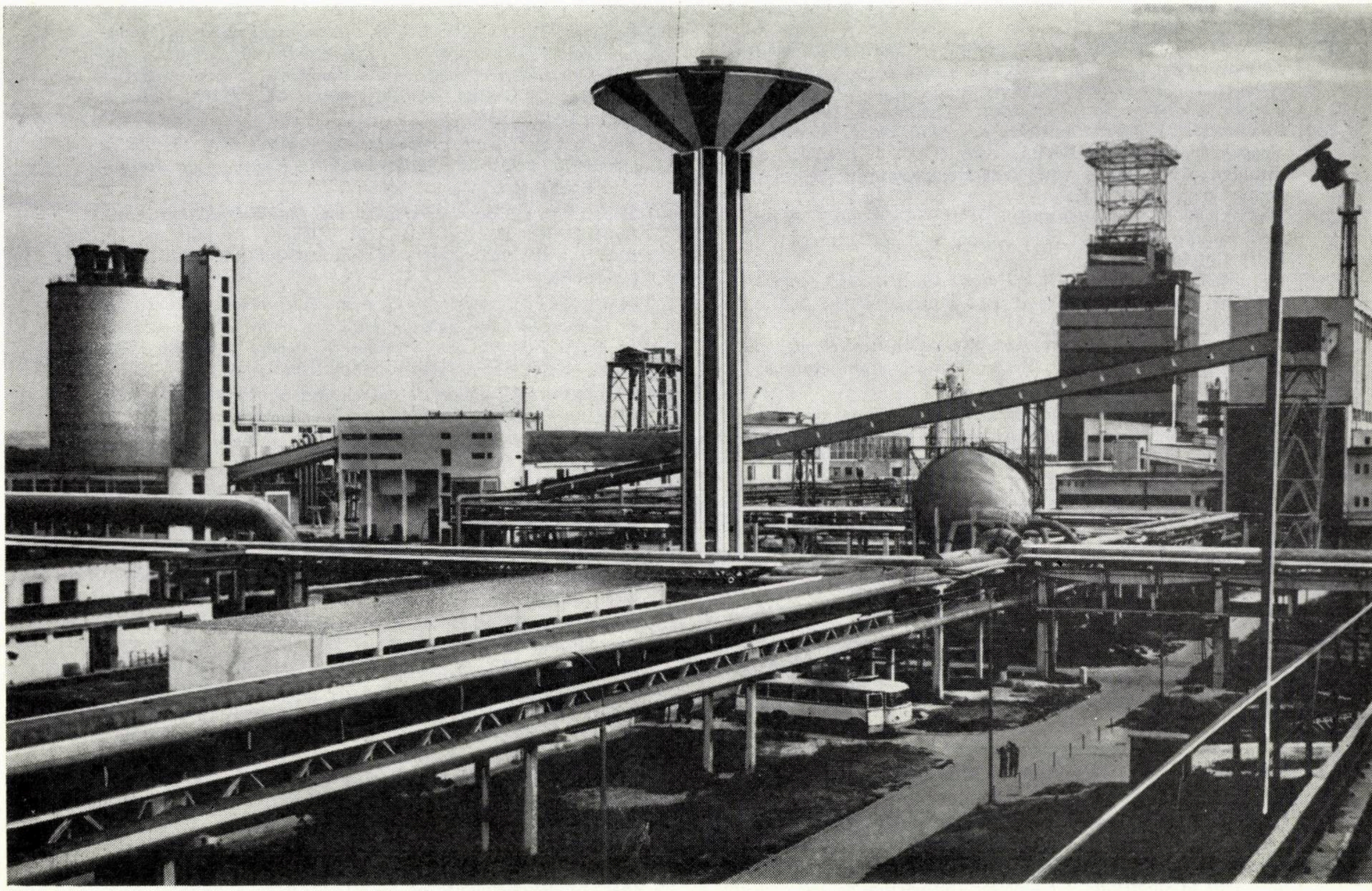
[51] Topaloff, B. : *Berechnung schlanker Betonstützen mit veränderlichem Querschnitt nach der Theorie II. Ordnung.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 3/1970.

[52] Ţnii Promzdania — NIIJB : *Instrukţia po proektirovaniu jelezobetonnîh konstrukţii*, partea I, Moscova, 1964 (litografiat).

[53] Vaessen, Fr. : *Ein einfaches Verfahren zum Nachweis der Knicksicherheit ausmittig gedrückter Stahlbetonglieder.* În : Beton- und Stahlbetonbau, nr. 6/1970.

[54] Warner, R.F. şi Thürlimann, B. : *Creep failure of reinforced concrete columns.* În : Institut für Baustatik E.T.H Zürich, Bericht nr. 3/1963.

[55] Winter, G., Urquhart, L.C., O'rourke, C.E. şi Nilson, A.H. : *Design of concrete structures*, ed. VII (Cap. 5.9 : *Slender columns*, pag. 276—297). Mc. Graw Hill, New York, 1964.



Combinatul chimic Craiova. Vedere parţială

Calculul plastic al plăcilor dreptunghiulare putînd avea laturi libere, solicitate de sarcini uniform distribuite

Ing. GERT KESSLER

INTRODUCERE

După cum se ştie, calculul plăcilor după teoria liniilor de rupere, elaborată de K. W. Johansen (1943) (a se vedea şi [1]), este mult mai simplu decît după teoria elastică. În numeroase cazuri particulare de formă în plan, condiţii de margine şi încărcare, teoria plastică reprezintă chiar unica posibilitate practică de abordare a problemelor. Singura dificultate este de obicei determinarea schemei de rupere ce trebuie pusă la baza unui asemenea calcul.

Folosindu-ne de procedeul în sine cunoscut [2], [3] ne vom ocupa în cele ce urmează de plăci dreptunghiulare, putînd avea laturi libere (nerezemate) sub acţiunea unor încărcări uniform distribuite. Ne vom limita la cazurile (cvasi-)simetrice, la care schema de rupere este determinată de un singur parametru; ele reprezintă majoritatea cazurilor curent întîlnite în practică. După cum se va vedea, se va ajunge la două abace care oferă posibilitatea de calcul rapid al unor asemenea plăci. Momentele de rupere m, m', m'' şi m''' determinate prin coeficienţii respectivi de armare şi de rîndul (poziţia) armăturii, sînt luate în considerare prin coeficienţii 1, k', k'', respectiv k''' conform figurilor referitoare la cazurile respective. Ele se consideră constante în lungul fiecărei secţiuni, ceea ce este o ipoteză suficient de exactă în special la folosirea plaselor sudate (a se vedea însă şi cap. 5). Simpla rezemare ($k'' = 0$, $k''' = 0$) este totdeauna cuprinsă în formularea generală a problemei.

Deducerea formulelor a fost prezentată detaliat pentru cazul rezemării pe tot conturul şi doar rezumativ pentru restul cazurilor.

1. NOTAŢII

Au fost folosite următoarele notaţii:

a, b = dimensiunile plăcii (lungimile laturilor)

x = cota absolută prin care este determinată schema de rupere (întotdeauna pe direcţia laturii de dimensiune a)

$\xi = \dfrac{x}{a}$ = cota relativă prin care se determină schema de rupere

q_r = încărcarea totală de rupere($=g_r + p_r$)

m, m', m'', m''' = momente de rupere pe diferite direcţii şi de diferite sensuri (pozitive în cîmp şi negative pe reazeme) (conform schemelor din fig. 1...3)

$k = m/m = 1$, $k' = m'/m$, $k'' = m''/m$, $k''' = m'''/m$

ρ_1, ρ_3 = parametrii funcţie de k', k'', k''' şi de raportul a/b al laturilor, conform (3) şi (9).

2. DETERMINAREA SCHEMEI DE RUPERE

2.1. *Placa rezemată pe tot conturul* (cazul 1 — fig. 1)

Lucrul mecanic al forţelor exterioare (al încărcării) la o săgeată plastică Δ este egal cu produsul sarcinii de rupere uniform distribuite cu deplasările virtuale ale punctelor plăcii, adică cu volumul obeliscului reprezentat în figura 1 (dreapta):

$$L_e = \frac{q_r\, b\Delta}{6}(3a - 2x)$$

Lucrul mecanic al forţelor interioare (al momentelor de rupere) este

$$L_i = (m + k''m)\cdot 2a\cdot\frac{2\Delta}{b} + (k'm + k'''m)\cdot 2b\cdot\frac{\Delta}{x} =$$

$$= \frac{m\Delta}{bx}\,[4(1 + k'')a\cdot x + 2(k' + k''')b^2]$$

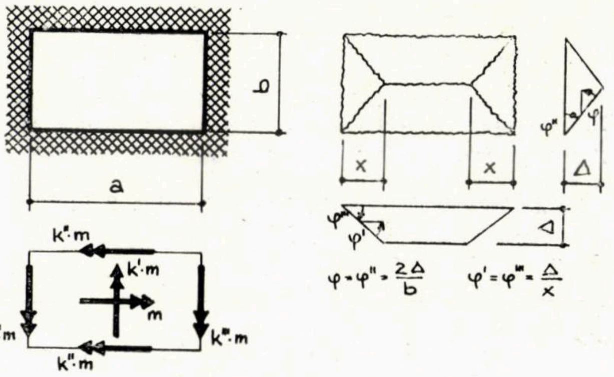


Fig. 1 — Cazul 1

Din condiţia de egalitate a lucrului mecanic interior cu cel exterior ($L_i = L_e$) rezultă

$$m = \frac{3ax - 2x^2}{2(1 + k'')\,a\,x + (k' + k''')\,b^2}\cdot\frac{q_r b^2}{12} \qquad (1)$$

Cea mai defavorabilă schemă de rupere o găsim dacă anulăm derivata lui m în raport cu variabila x. Obținem astfel condiția de maximum a momentelor de rupere

$$-4(1+k'')a\cdot x^2 - 4(k'+k''')b^2\cdot x + 3(k'+k''')ab^2 = 0$$

de unde

$$x = \frac{\sqrt{1+3\rho_1} - 1}{2\rho_1}\cdot a \qquad (2)$$

în care

$$\rho_1 = \frac{1+k''}{k'+k'''}\cdot\left(\frac{a}{b}\right)^2. \qquad (3)$$

Pentru ca schema din figura 1 să se poată forma într-adevăr, este necesar ca

$$\frac{x}{a} = \frac{\sqrt{1-3\rho_1} - 1}{2\rho_1} \leqslant \frac{1}{2} \text{ sau } \rho_1 \geqslant 1$$

în caz contrar fiind necesară schimbarea laturilor a și b între ele, întrucît se formează o schemă de rupere conform figurii 4 a.

2.2. *Placa cu o margine liberă*

2.2.1. *Schema de rupere* (cazul 2 a — figura 2 a)

$$L_e = \frac{q_r\, b\Delta}{6}(3a - x)$$

$$L_i = \frac{m\,\Delta}{b\,x}\left[4(1+k'')a\cdot x + (k'+k''')b^2\right]$$

din egalizarea cărora

$$m = \frac{3ax - x^2}{4(1+k'')a\cdot x + (k'+k''')b^2}\cdot\frac{q_r\, b^2}{6}. \qquad (4)$$

Din condiția de maximum a momentelor de rupere

$$-4(1+k'')a\cdot x^2 - 2(k'+k''')b^2\cdot x + 3(k'+k''')ab^2 = 0$$

rezultă

$$x = \frac{\sqrt{1+12\rho_1} - 1}{4\rho_1}\cdot a. \qquad (5)$$

Este necesar ca

$$\frac{x}{a} \leqslant 1 \qquad \text{sau} \qquad \rho_1 \geqslant \frac{1}{4} \qquad (6)$$

(în caz contrar formîndu-se o schemă de rupere conform fig. 4 b care, prin schimbarea între ele a laturilor a, b poate fi identificată cu cea a cazului 2 b).

2.2.2. *Schema de rupere* (cazul 2 b — fig. 2 b)

$$L_e = \frac{q_r b\,\Delta}{6}(3a - 2x)$$

$$L_i = \frac{m\Delta}{bx}\left[2x^2 + k''a\cdot x + 2(k'+k''')b^2\right]$$

din a căror egalizare

$$m = \frac{3ax - 2x^2}{2x^2 + k''a\cdot x + 2(k'+k''')b^2}\cdot\frac{q_r\, b^2}{6}. \qquad (7)$$

Din condiția de maximum a momentelor de rupere

$$-(3+k'')a\cdot x^2 - 4(k'+k''')b^2\cdot x + 3(k'+k''')ab^2 = 0$$

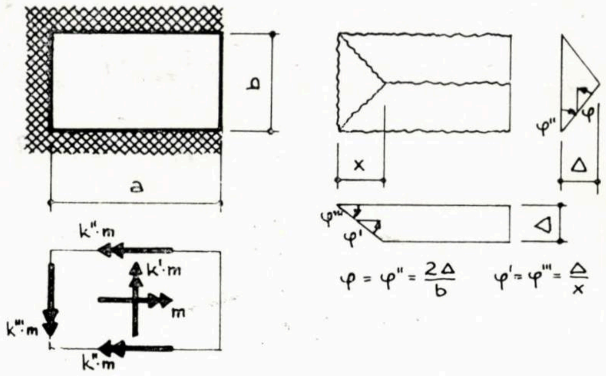


Fig. 2 a — Cazul 2 a

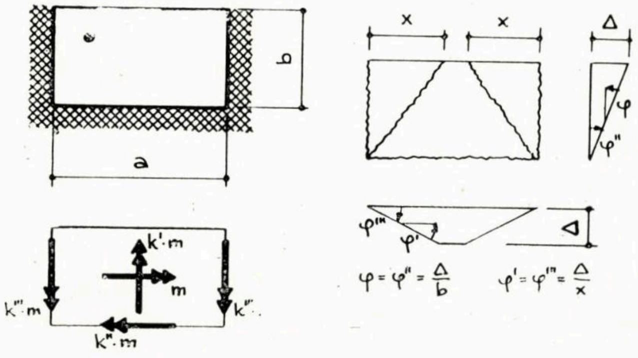


Fig. 2 b — Cazul 2 b

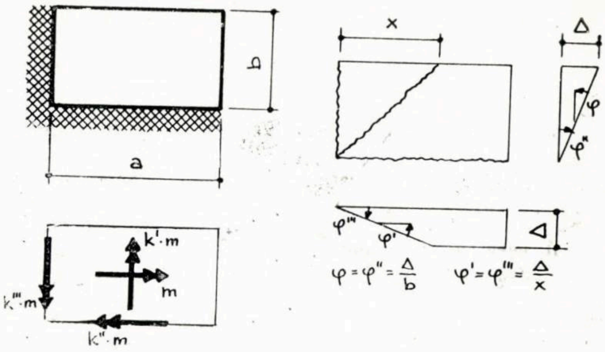


Fig. 3 — Cazul 3

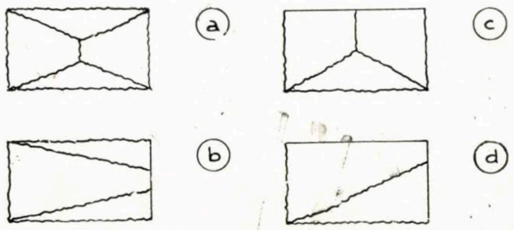


Fig. 4 — Scheme de rupere deformate

rezultă

$$x = \frac{\sqrt{4+3\rho_3} - 2}{\rho_3}\cdot a \qquad (8)$$

cu

$$\rho_3 = \frac{3+k''}{k'+k'''}\cdot\left(\frac{a}{b}\right)^2 \qquad (9)$$

Este necesar ca

$$\frac{x}{a} \leqslant \frac{1}{2} \qquad \text{sau} \qquad \rho_3 \geqslant 4 \qquad (10)$$

(în caz contrar formîndu-se o schemă de rupere conform fig. 4c care, prin schimbarea laturilor a, b poate fi identificată cu cazul 2 a).

2.2.3. *Care este schema de rupere determinantă?*

Condițiile (6) și (10) nu delimitează în mod definit cazurile 2a și 2b. Pentru a arăta aceasta, le vom face comparabile repetînd stabilirea relațiilor din 2.2.2. sub altă formă, folosind notațiile din figura 5.

$$L_e = \frac{q_r\, a\Delta}{6}(3b - 2y)$$

$$L_i = \frac{m\Delta}{ay}\left[2k' \cdot y^2 + k'''b \cdot y + 2(1 + k'')\, a^2\right]$$

$$m = \frac{3by - 2y^2}{2k' \cdot y^2 + k'''\, b \cdot y + 2(1 + k'')a^2} \cdot \frac{q_r\, a^2}{6}$$

Aici condiția de extremum se scrie

$$\frac{dm}{dy} = 0$$

$$-(3k' + k''')b.\, y^2 - 4(1 + k'')\, a^2 \cdot y + 3(1 + k'')\, a^2\, b = 0$$

de unde

$$y = \frac{\sqrt{4 + 3/\rho_3'} - 2}{1/\rho_3'} \cdot b$$

cu

$$\rho_3' = \frac{1 + k''}{3k' + k'''} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2$$

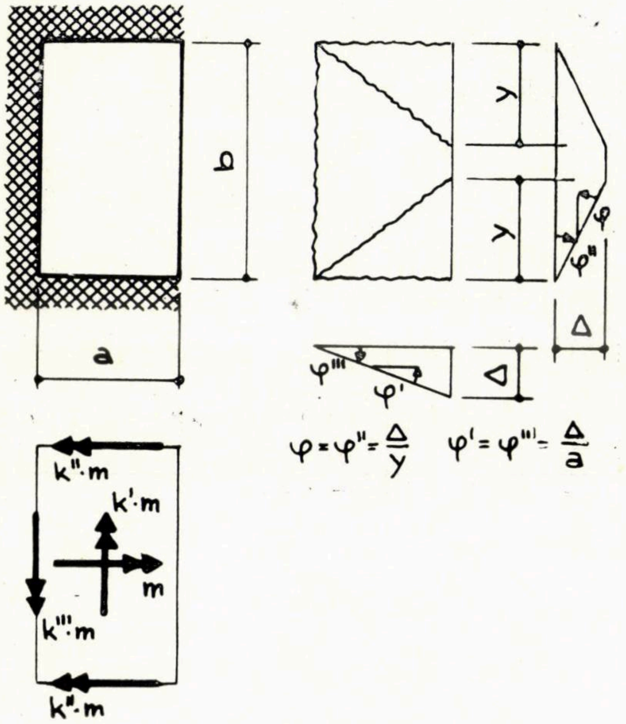


Fig. 5 — Din nou cazul 2 b

Este necesar ca

$$\frac{y}{b} \leqslant \frac{1}{2} \qquad \text{sau} \qquad \rho_3' \leqslant \frac{1}{4} \qquad (10')$$

Obținem în (10′) o condiție echivalentă cu (10), din a cărei comparație cu (6) se constată însă imediat suprapunerea spectrelor de cazuri în care apare una sau cealaltă din cele două scheme de rupere. De pildă, la o placă pentru care

$$\frac{1 + k''}{2k' + k'''} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2 \equiv \frac{1}{4}.$$

avem atît

$$\frac{1 + k''}{1k' + k'''} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2 = \rho_1 > \frac{1}{4}$$

putînd apare schema de rupere 2 a, cît și

$$\frac{1 + k''}{3k' + k'''} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2 = \rho_3' < \frac{1}{4},$$

fiind posibilă ruperea după schema 2 b. În asemenea cazuri, momentele de curgere se determină atît cu (4), cît și cu (7) adică pentru ambele scheme de rupere, și se rețin valorile mai mari (a se vedea exemplul de calcul 3).

2.3. *Placa cu două margini libere* (cazul 3 — fig. 3)

$$L_e = \frac{q_r\, b\Delta}{6}(3a - x)$$

$$L_i = \frac{m\Delta}{bx}\left[x^2 + k''a \cdot x + (k' + k''')\, b^2\right]$$

din a căror egalizare

$$m = \frac{3ax - x^2}{x^2 + k''\, a \cdot x + (k' + k''')\, b^2} \cdot \frac{q_r\, b^2}{6} \qquad (11)$$

Din condiția de maximum a momentelor de rupere

$$-(3 + k'')\, a \cdot x^2 - 2(k' + k''')\, b^2 \cdot x + 3(k' + k''')\, ab^2 = 0$$

rezultă

$$x = \frac{\sqrt{1 + 3\rho_3} - 1}{\rho_3} \cdot a. \qquad (12)$$

Este necesar ca

$$\frac{x}{a} \leqslant 1 \qquad \text{sau} \qquad \rho_3 \geqslant 1$$

(în caz contrar formîndu-se o schemă de rupere după fig. 4 d, astfel încît laturile a și b trebuie schimbate între ele).

În cazul plăcii cu două margini libere, armătura necesară pentru preluarea momentelor negative din încastrări va trebui parțial dusă peste tot cîmpul plăcii pentru a prelua momentele de consolă pe întreaga întindere a plăcii (schema de rupere fig. 14; a se vedea cap. 6).

2.4. *Înrudiri ale schemelor de rupere*

Cazul 2 a se poate obține prin înjumătățirea unei plăci de lungime dublă rezemată pe tot conturul (cazul 1) (fig. 6 a). Într-adevăr, din (2) se poate deduce direct (5), dacă a se înmulțește cu 2 iar ρ_1 cu 4. La fel, cazul 3 se poate deduce din cazul 2 b (fig. 6 b) respectiv (12) din (8) prin dublarea lui a.

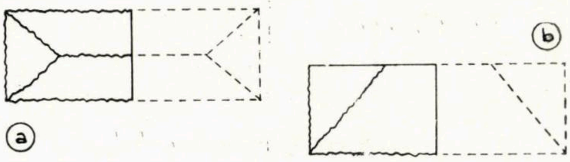


Fig. 6 — Înrudiri ale schemelor de rupere

3. Determinarea momentelor de rupere

Introducînd parametrii (2), (5), (8) şi (12), mai sus stabiliţi, în expresiile momentelor de curgere (1), (4), (7) şi respectiv (11), se obţine

Cazul 1:
$$m = \frac{3\rho_1 + 2 - 2\sqrt{1+3\rho_1}}{24\ \rho_1 (1 + k'')} \cdot q_r\, b^2 \qquad (1')$$

Cazul 2 a:
$$m = \frac{6\rho_1 + 1 - \sqrt{1 + 12\ \rho_1}}{48\ \rho_1 (1 + k'')} \cdot q_r\, b^2 \qquad (4')$$

Cazul 2 b:
$$m = \frac{1}{6} \cdot \frac{3\rho_3 - 4(\sqrt{4 - 3\rho_3} - 2)}{k''\rho_3 + 4(\sqrt{4 + 3\rho_3} - 2)} \cdot q_r\, b^2 \qquad (7')$$

Cazul 3:
$$m = \frac{1}{6} \cdot \frac{3\rho_3 - 2(\sqrt{1 + 3\rho_3} - 1)}{k''\rho_3 + 2(\sqrt{1 + 3\rho_3} - 1)} \cdot q_r\, b^2. \qquad (11')$$

Fracţiile acestor expresii sînt funcţii de doi coeficienţi (ρ, k'') şi permit cu uşurinţă a fi reprezentate grafic, iar înrudirile amintite ale schemelor de rupere fac posibilă desenarea a numai două abace (fig. 7 şi 8) pentru toate cele patru cazuri. Notaţiile folosite pot fi luate din tabloul sinoptic (tabela 1).

În cazul plăcilor lungi (a/b resp. ρ_1, ρ_3 foarte mare) dispare influenţa laturii scurte, a cărei rezemare devine neimportantă. Cazul limită este banda infinită, al cărei calcul se face pe metrul de lăţime ca pentru o grindă încastrată sau simplu rezemată, după caz, respectiv ca pentru o consolă (fig. 11 a şi b). În consecinţă, curbele μ ale abacelor (fig. 7 şi fig. 8) se apropie asimptotic de valorile $\mu = 1/8\,(1+k'')$ respectiv $\mu = 1/2\,k''$. Aceste valori limită sînt valabile bineînţeles şi pentru plăci finite avînd două margini opuse libere, respectiv trei margini nerezemate, şi au pentru figura 11 a (caz limită la cazurile 1 şi 2 a) valorile

k'' =	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
μ =	0,1250	0,0833	0,0625	0,0500	0,0417	0,0357

în timp ce pentru cazurile din figura 11 b (caz limită la 2 b şi 3) se calculează direct cu $m'' = q_r\, b^2/2$.

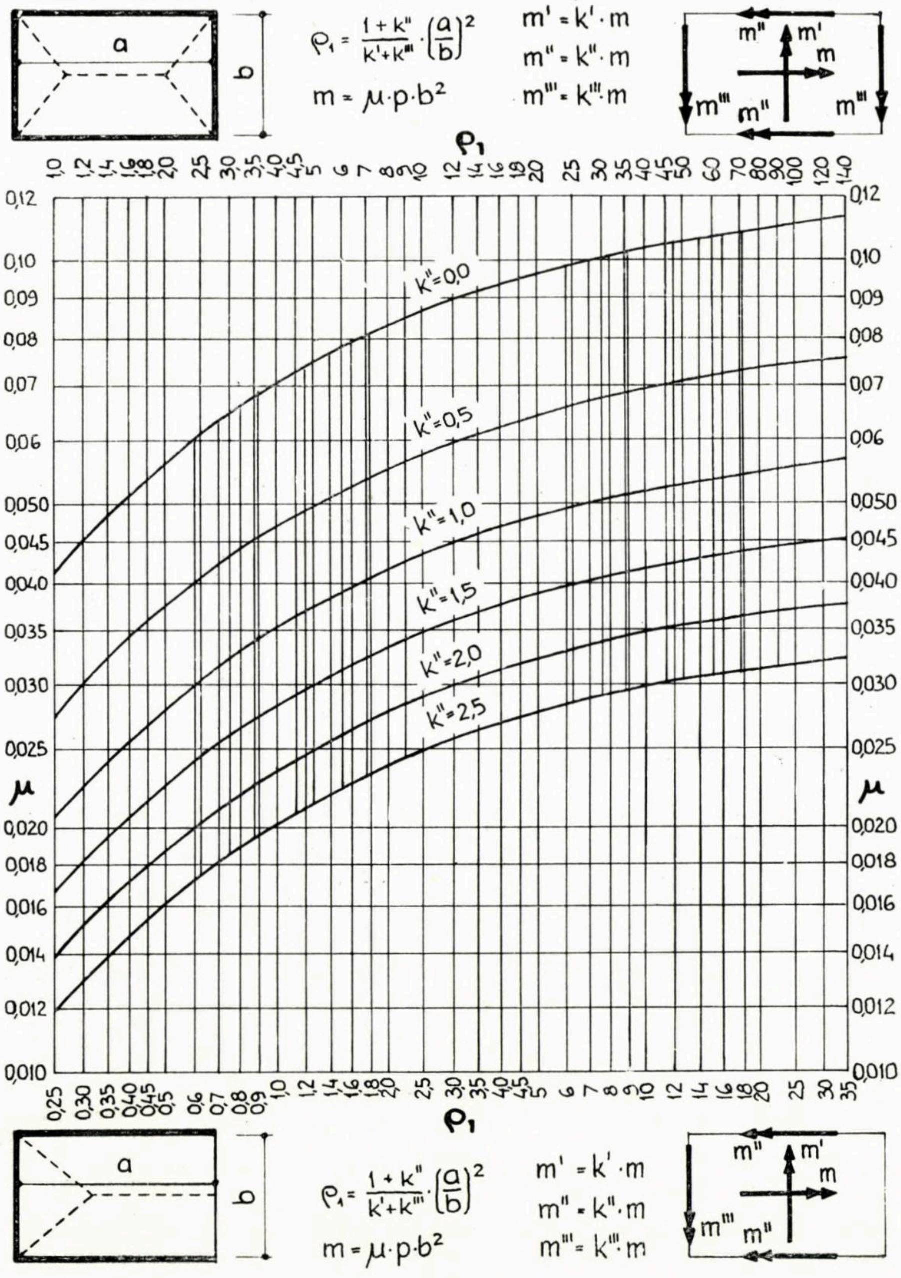


Fig. 7 – Abaca μ (1, 2 a)

4. CONSIDERAŢII CU PRIVIRE LA CEA MAI DEFAVORABILĂ SCHEMĂ DE RUPERE

După cum s-a arătat mai sus, schema de rupere a unei plăci depinde prin ρ nu numai de raportul laturilor, ci şi de raporturile k ale momentelor de rupere. Ipoteza admisă de obicei, după care liniile de rupere s-ar forma după bisectoarele laturilor, nu este prin urmare exactă. Este adevărat că această ipoteză simplificatoare duce la momente foarte puţin diferite de cele care se produc în situaţia reală de rupere, însă cu ajutorul formulelor deduse aceste mici abateri pot fi evitate cu uşurinţă. Prin folosirea abacelor, calculul devine de-a dreptul simplist, fără a se introduce erori mai mari decît abaterile calculului în ipoteza liniilor de rupere la 45° (a se vedea paragraful 7.4).

Mai trebuie subliniat faptul că, în cazul plăcilor cu laturi libere, liniile de rupere nu se formează în lungul bisectoarelor nici atunci cînd, din motive de simetrie, am fi tentaţi să considerăm justificată această ipoteză simplificatoare. Un exemplu este dat prin placa pătrată avînd două laturi libere (fig. 12 a, b) care cu $m' = m$ $(k' = 1)$ şi $m''' = m''$ $(k''' = k'' = k)$ este plastic izotropă şi, prin aceasta, perfect simetrică în raport cu diagonala ei. Chiar şi în aceste condiţii, linia de rupere nu se va forma în lungul bisectoarei (a diagonalei pătratului), ci (fig. 12 c, d) pe direcţia fixată de $\xi = \xi(k)$ dat în figură sub formă de tabelă. Valorile corespunzătoare μ au fost comparate cu acele valori care s-ar fi obţinut în ipoteza simplificatoare (adică admiţînd formarea liniei de rupere după diagonală ; penultima linie a tabelului) ; abaterile sînt toate în minus (ultima linie).

5. CONSIDERAREA UNOR REDUCERI ALE MOMENTELOR DE RUPERE DIN CÎMP (repartizarea neuniformă a momentelor în lungul unei secţiuni)

Armarea clasică a plăcilor acoperă momentele negative de încastrare parţial prin ridicarea unei părţi a armăturii din cîmp (la 1/5 din deschidere), astfel încît liniile pozitive

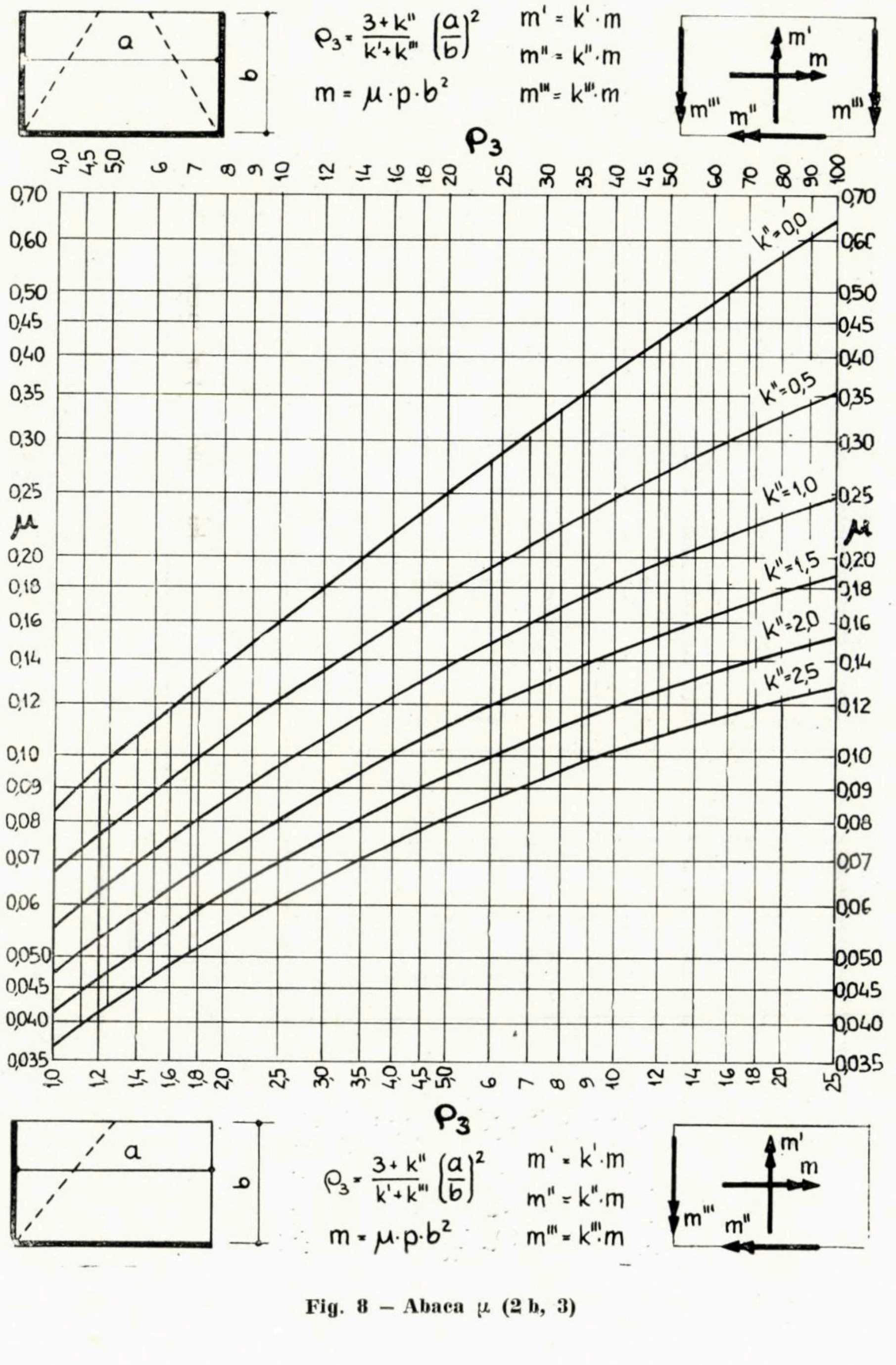
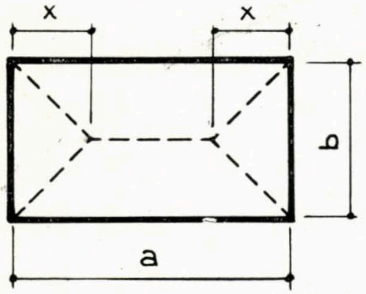
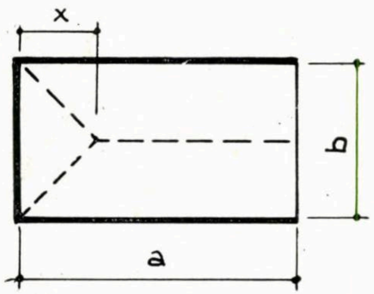
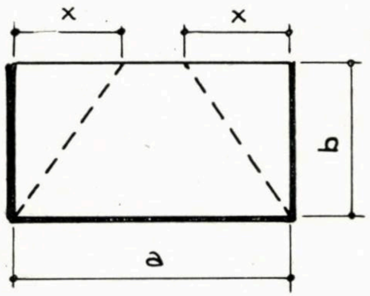
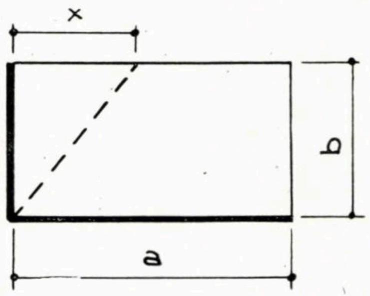
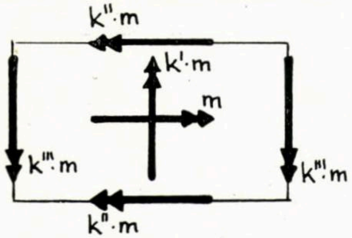
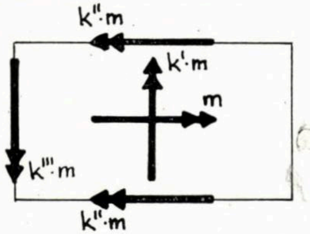
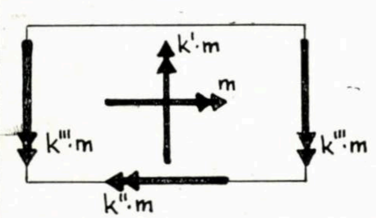
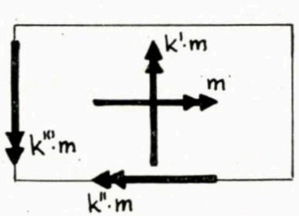
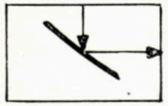
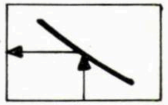
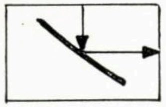
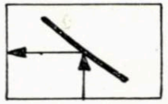
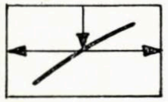
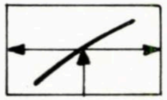
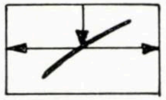
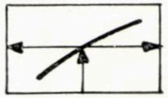


Fig. 8 – Abaca μ (2 b, 3)

TAB. 1

Cazul	1	2a	2b	3
Schema de rupere				
Momente de rupere				
x =	$\xi_1 \cdot a$	$\xi_{2a} \cdot a$	$\xi_{2b} \cdot a$	$\xi_3 \cdot a$
ξ din	 abaca fig. 9		 abaca fig. 10	
m =	$\mu_1 \cdot pb^2$	$\mu_{2a} \cdot pb^2$	$\mu_{2b} \cdot pb^2$	$\mu_3 \cdot pb^2$
μ din	 abaca fig. 7		 abaca fig. 8	
Abacele funcție de	$\rho_1 = \frac{1 + k''}{k' + k'''}\left(\frac{a}{b}\right)^2$		$\rho_3 = \frac{3 + k''}{k' + k'''}\left(\frac{a}{b}\right)^2$	

Tablou sinoptic al celor patru cazuri

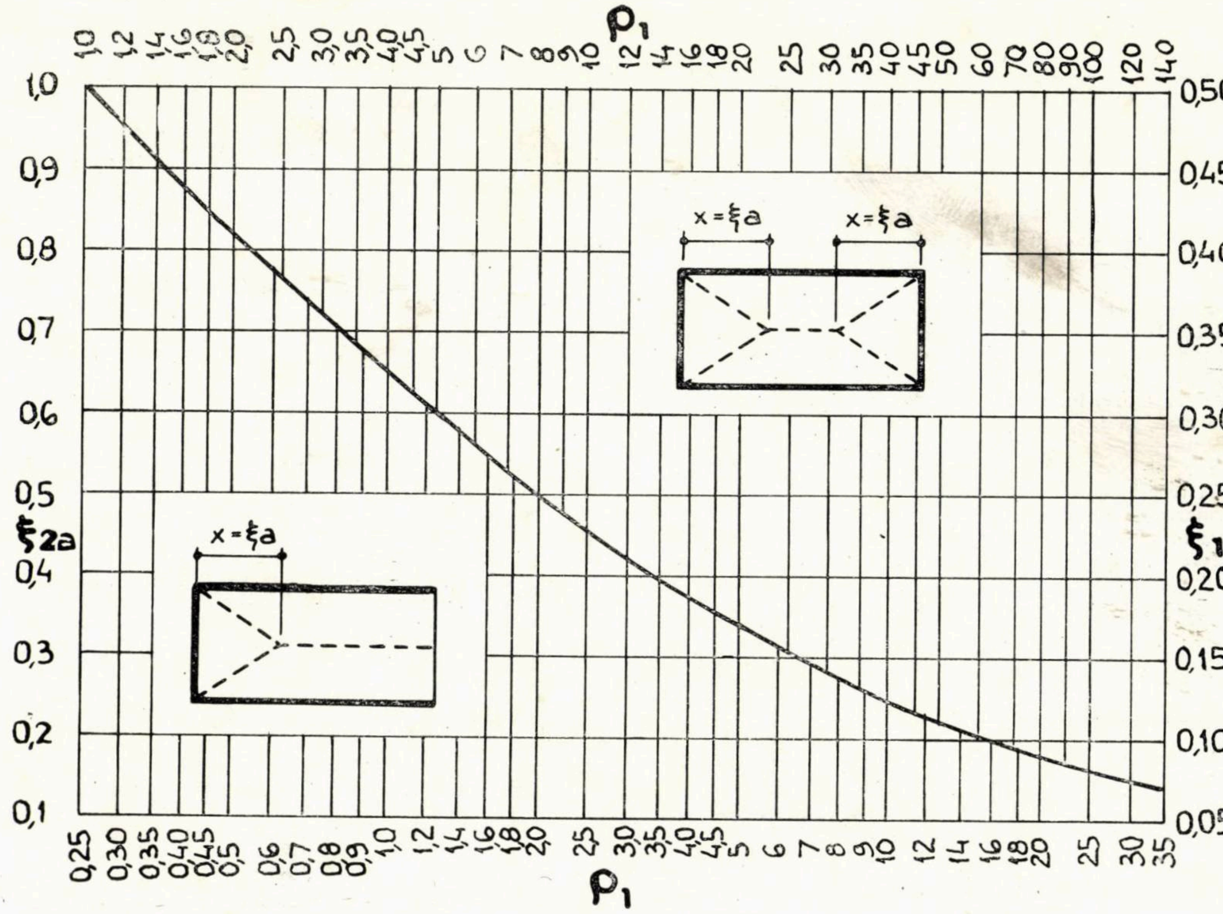


Fig. 9 – Abaca ξ (1, 2 a)

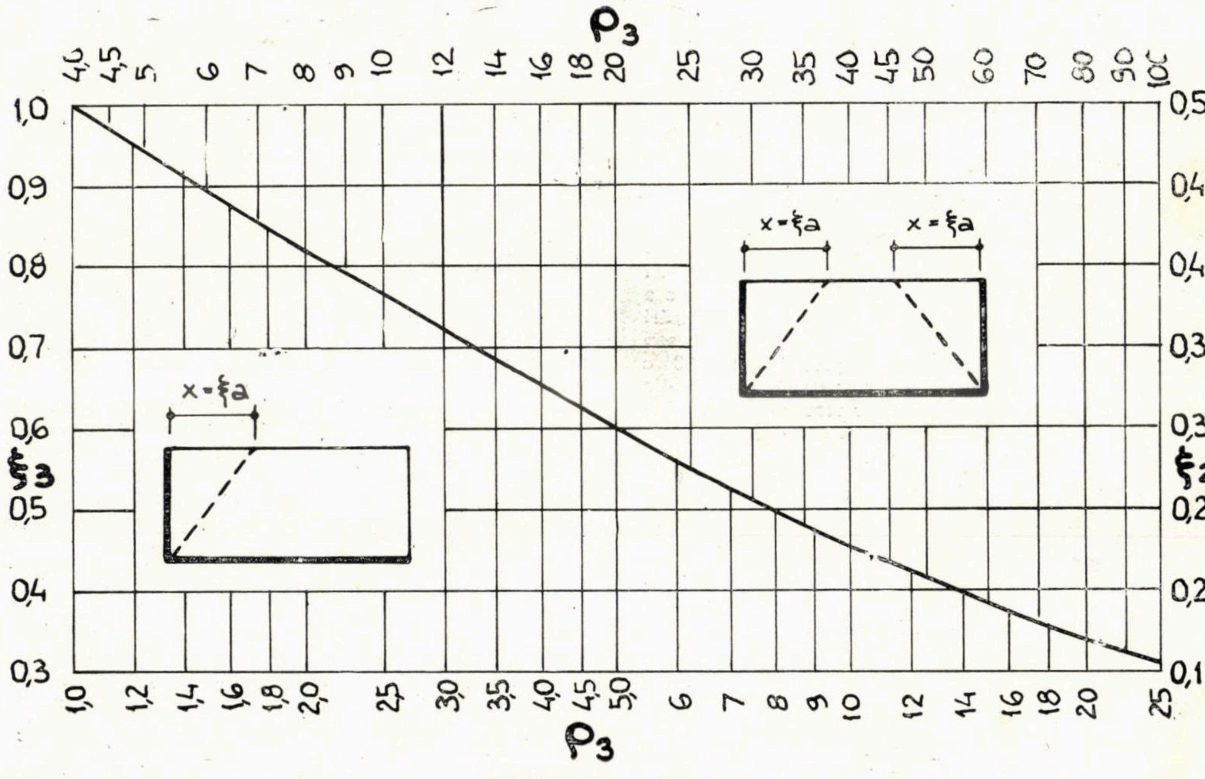


Fig. 10 – Abaca ξ (2 b, 3)

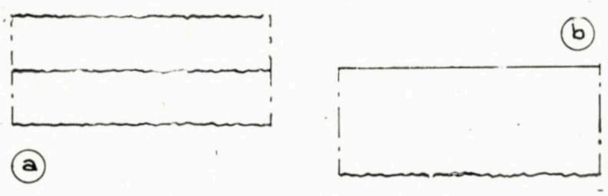


Fig. 11 — Placa-fîşie infinită
a — caz limită pentru 1, 2 a
b — caz limită pentru 2 b, 3

de rupere trec prin zone de momente de rupere reduse (fig. 13 a şi b). În cazul armării cu plase sudate pot să apară zone cu momente reduse dacă se ţine seama de recomandarea unor prescripţii de a reduce la jumătate armătura paralelă cu liniile de rezemare, în apropierea acestora (fig. 13 c), recomandare care, în interesul atingerii cît mai concomitente a momentului de rupere în tot lungul secţiunii, respectiv pentru uşurarea redistribuirii, pare justificată şi din punctul de vedere al teoriei liniilor de rupere

La armarea cu plase sudate, fîşiile de plase dispuse pentru preluarea momentelor negative deasupra reazemelor pe cele două direcţii ale acestora se suprapun la colţuri, ceea ce duce la uşoare (şi în general neglijabile) măriri locale ale momentelor negative de rupere m'', m'''.

$$L_i = am''^* \cdot \frac{\Delta}{b} + bm'''^* \cdot \frac{\Delta}{a} = \frac{a^2k'' + b^2 k'''}{ab} m^* \Delta$$

din a căror egalizare rezultă

$$m^* = \frac{q_r\, a^2\, b^2}{6\,(a^2\, k'' + b^2 k''')} \qquad (14)$$

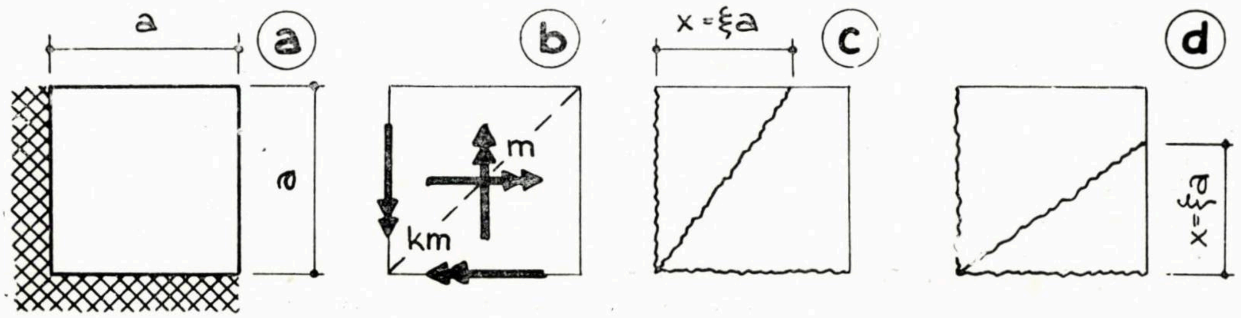
cu care

$$m''^* = k''\, m^* \text{ şi } m'''^* = k'''\, m^*.$$

7. Exemple de calcul

7.0. *Observaţii preliminare*

Momentele de rupere m, m', m'', m''' depind atît de efortul de tensiune din armătură (adică de coeficientul de armare şi de oţelul folosit), cît şi de braţul de pîrghie al eforturilor interne (adică de poziţia pe rîndul superior sau inferior al celor două direcţii de armare şi, de obicei în mai mică măsură, de calitatea betonului). Aceste aspecte trebuie analizate cu atenţie la preliminarea coeficienţilor k.



k	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
ξ	0,7208	0,7836	0,8229	0,8499	0,8697	0,8848
μ	0,1802	0,1155	0,0853	0,0677	0,0562	0,0480
eronat: μ=1/6(1+k)	0,1667	0,1111	0,0833	0,0667	0,0556	0,0476
abatere %	-7,5	-3,8	-2,3	-1,56	-1,12	-0,85

Fig. 12 — Exemplu în legătură cu observaţia privind formarea liniilor de rupere

Momentele reduse din cîmp (m, m') ar trebui întotdeauna considerate ca atare, calculîndu-se media. Pentru *acest calcul* poate fi admisă fără risc ipoteza simplificatoare a formării liniilor de rupere la 45°, ceea ce duce la zonificări ca în figura 13 b (reducere datorită fierului ridicat sau întrerupt în apropierea reazemelor), respectiv figura 13 c (reducere datorită armăturii diminuate, paralelă cu direcţia liniei de rezemare). Mediile momentelor rezultă din relaţiile

$$m \cdot a = \Sigma m_i \cdot a_i$$
$$m' \cdot b = \Sigma m_{i'} \cdot b_i . \qquad (13)$$

O mică schiţă similară celor prezentate în figura 13 poate indica pentru oricare din cazurile de rezemare tratate, care anume sînt zonele a_i şi respectiv b_i ce intră în relaţiile (13).

6. Momente de consolă în cîmpul plăcii cu două laturi libere

Pentru schema de rupere din figura 14 avem

$$L_e = \frac{q_r\, a\, b \Delta}{6}$$

Pentru ca momentele unei plăci să poată fi calculate după teoria plastică este necesar ca ele să respecte anumite limitări ale valorilor absolute şi relative ale lor,dincolo de care ipoteza redistribuirii momentelor pînă la o plastifiere totală în lungul tuturor liniilor de rupere nu mai este justificată.

Astfel, în [4] s-au stabilit experimental procentele maxime de armare pînă la care sarcinile de rupere ale plăcilor calculate pe baza teoriei plastice rămîn inferioare celor reale. Determinările teoretice şi experimentale s-au făcut pe plăci pătrate supuse unor încercări concentrate ; în cazul încărcărilor uniform repartizate, redistribuirea momentelor fiind mai uşor realizabilă, s-au admis procente critice de armare mărite la 1,4% pentru OL 38 (OB 38), 1,0% pentru TOR 47 şi 0,8% pentru PC 52, rezistenţa betonului fiind admisă superioară lui 200 kgf/cm². Aceleaşi valori se pot admite şi în cazul plăcilor dreptunghiulare cu laturi libere.

În privinţa valorilor relative ale momentelor se pot lua în considerare limitările date în [5] care se vor aplica însă cu discernămîntul impus de eventuala prezenţă a unei laturi libere. În privinţa raportului dintre momentele negative de pe reazeme şi cele pozitive din cîmp paralele cu primele, poate fi respectată în toate cazurile indicaţia unui raport al secţiunii armăturilor de 1 ... 2,50 (mai mare la alăturarea a două plăci de un reazem comun, denumit în STAS ,,intermediar", şi mai mic la încastrările marginale). În privinţa raportului

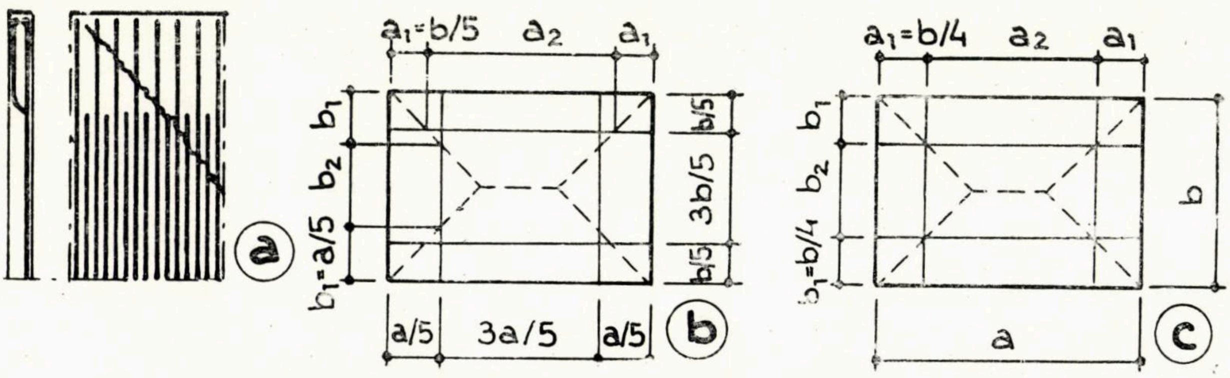


Fig. 13 — Scheme ajutătoare pentru determinarea momentelor de rupere medii

momentelor pe cele două direcţii ale cîmpului, valorile din tabela 2 a STAS 3599/52 nu sînt aplicabile decît în cazul 1 (rezemare pe toate laturile). O latură liberă reduce mult momentul la care trebuie armat pentru secţiuni paralele cu direcţia acelei laturi.

În cele ce urmează, exemplele 1 şi 3 reprezintă dimensionări, iar exemplul 2 o verificare. Întrucît valorile preliminate

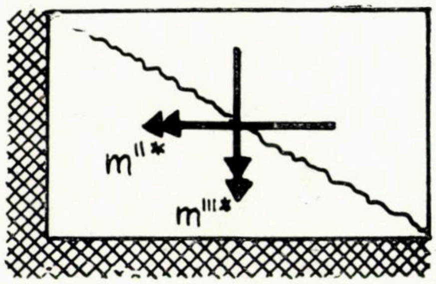


Fig. 14 — Momente de consolă în cîmp (cazul 3)

pentru k-uri nu sînt întocmai realizate prin armările efective, se recomandă ca orice dimensionare să fie încheiată printr-o verificare. Cel mai tîrziu cu această ocazie se vor lua în considerare reducerile de momente conform cap. 5.

7.1. *Placă dreptunghiulară încastrată pe cele două laturi lungi şi simplu rezemată pe cele scurte*

Fie placa dreptunghiulară reprezentată în figura 15 a, b cu $a = 5{,}00$ m şi $b = 3{,}50$ m ce urmează a fi calculată la starea limită provocată de o încărcare $q_r = 1000$ kgf/m².

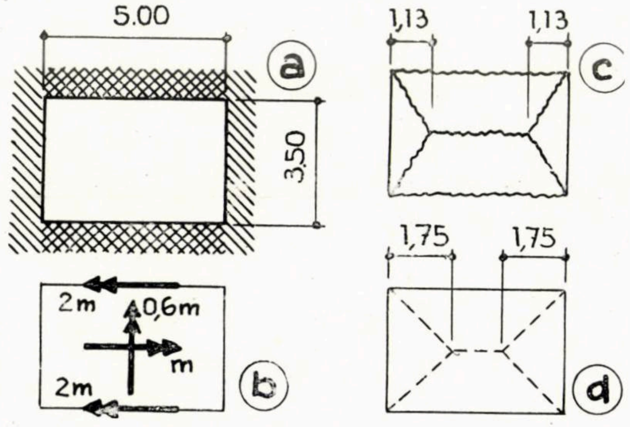


Fig. 15 — Exemplul de calcul 1

Cele patru momente ce intervin în situaţia de echilibru limită (cu liniile de rupere formate) admitem a fi alese astfel încît

$$k' = 0{,}6 \quad k'' = 2{,}0 \quad (k''' = 0 \text{ întrucît } m''' = 0).$$

Cu

$$\rho_1 = \frac{1 + k''}{k' + k'''}\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{1 + 2{,}0}{0{,}6 + 0{,}0}\left(\frac{5{,}0}{3{,}5}\right)^2 = 10{,}20$$

se determină din abacele figurii 7 şi figurii 9

$$\mu = 0{,}029 \qquad \xi = 0{,}226$$

Momentele de rupere pentru care trebuie dimensionată armătura rezultă

$$m = \mu q\, b^2 = 0{,}029.1000.3{,}50^2 = 356 \text{ kgfm/m}$$

$$m' = k'\, m = 0{,}6.356 = 214 \text{ kgfm/m}$$

$$m'' = k''\, m = 2{,}0.356 = 712 \text{ kgfm/m}$$

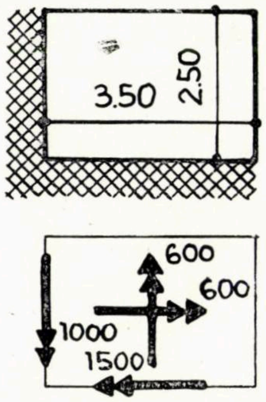


Fig. 16 — Exemplul de calcul 2

Schema de rupere este determinată prin

$$x = \xi a = 0{,}266 \cdot 5{,}00 = 1{,}13 \text{ m}$$

În ipoteza formării liniilor de rupere în lungul bisectoarelor ($x = b/2 = 1/75$ m) s-ar fi obţinut din (1)

$$m = \frac{3.5.1{,}75 - 2.1{,}75^2}{2.3.5.1{,}75 + 0{,}6.3{,}50^2} \cdot \frac{1000 \cdot 3{,}50^2}{12} = 343 \text{ kgfm/m}$$

adică s-ar fi admis un moment prea mic cu 3,7% (a se vedea şi 7.4).

7.2. *Placă de balcon încastrată pe două laturi*

Să se determine coeficientul de siguranţă al unei plăci conform figurii 16 ($a = 3{,}50$ m, $b = 2{,}50$ m) pentru o încărcare totală $q = 650$ kgf/m², dacă prin armare sînt asigurate următoarele momente de rupere :

$$m = m' = 600 \text{ kgfm/m}, \quad m'' = 1500 \text{ kgfm/m}, \quad m'' = 1000 \text{ kgfm/m}$$

Cu

$$k' = m'/m = 600/600 = 1{,}00$$

$$k'' = m''/m = 1500/600 = 2{,}50$$

$$k''' = m'''/m = 1000/600 = 1{,}67$$

obţinem

$$\rho_3 = \frac{3 + k''}{k' + k'''}\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{3 + 2{,}50}{1{,}00 + 1{,}67}\cdot\left(\frac{3{,}5}{2{,}5}\right)^2 = 4{,}04$$

pentru care abacele (fig. 8 şi fig. 10) indică

$$\mu = 0{,}075 \qquad \xi = 0{,}65$$

Din $m = \mu q_r\, b^2$ avem însă

$$q_r = \frac{m}{\mu\, b^2} = \frac{600}{0{,}075 \cdot 2{,}50^2} = 1280 \text{ kgf/m}^2$$

cu care rezultă un coeficient de siguranţă egal cu

$$c = q_r/q = 1280/650 = 1{,}97.$$

Schema de rupere este determinată prin

$$x = \xi a = 0{,}65 \cdot 3{,}50 = 2{,}28 \text{ m}$$

Calculînd după (14)

$$m^* = \frac{650 \cdot 3{,}50^2 \cdot 2{,}50^2}{6\,(3{,}50^2 \cdot 2{,}50 + 2{,}50^2 \cdot 1{,}67)} = 202$$

obţinem

$$m''^* = k''m^* = 2{,}50 \cdot 202 = 505 \text{ kgfm/m şi}$$

$$m'''^* = k'''m^* = 1{,}67 \cdot 202 = 337 \text{ kgfm/m},$$

adică armarea la momente de consolă în cîmpul plăcii va trebui să acopere valori avînd ordinul de mărime a 1/3 din momentele negative ale încastrărilor.

7.3. *Placă cu o margine liberă*

Placa dreptunghiulară reprezentată în figura 17 a, b cu $a = 2{,}40$ m şi $b = 4{,}00$ m urmează a fi calculată la o sarcină de rupere uniform distribuită $q_r = 800$ kgfm/m. Rapoartele propuse ale momentelor sînt

$$k' = 0{,}8 \quad k'' = 1{,}5 \quad k''' = 2{,}0.$$

Întrucît pentru cazul ipotezei simplificatoare ne-am situa în cazul 2 a de formare a liniilor de rupere (bisectoarele se întretaie în interiorul plăcii), vom presupune mai întîi acest caz (fig. 17 b):

$$\rho_1 = \frac{1 + k''}{k' + k'''}\cdot\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{1 + 1{,}5}{0{,}8 + 2{,}0}\cdot\left(\frac{2{,}4}{4{,}0}\right)^2 = 0{,}321$$

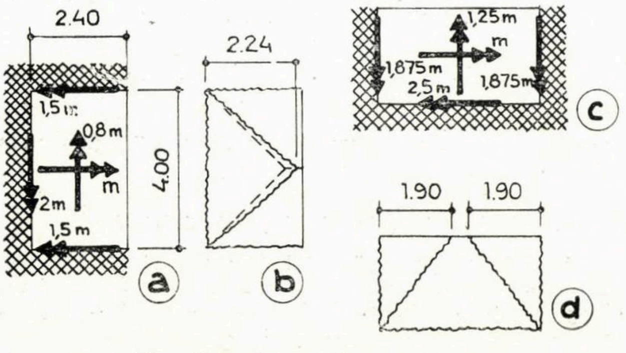


Fig. 17 — Exemplul de calcul 3

Din figurile 7 şi 9 se citeşte

$$\mu = 0{,}0188 \qquad \xi = 0{,}935$$

cu care

$$\left.\begin{aligned} m &= \mu q_r\, b^2 = 0{,}0188 \cdot 800 \cdot 4{,}00^2 = 241 \text{ kgfm/m} \\ m' &= 0{,}8\ m = 192{,}5 \text{ kgfm/m} \\ m'' &= 1{,}5\ m = 361 \text{ kgfm/m} \\ m''' &= 2{,}0\ m = 481 \text{ kgfm/m} \\ x &= \xi a = 0{,}935 \cdot 2{,}40 = 2{,}24 \text{ m} \end{aligned}\right\} \quad (15\text{ a})$$

Întrucît $\xi = 0{,}935$ este apropiat de limita 1,00 vom considera şi cazul 2 b ca alternativă posibilă pentru schema reală de rupere. În acest scop recalculăm mai întîi coeficienţii schimbaţi în urma intervertirii axelor (fig. 17 d):

$$k' = 1{,}0/0{,}8 = 1{,}25$$

$$k'' = 2{,}0/0{,}8 = 2{,}50$$

$$k''' = 1{,}5/0{,}8 = 1{,}875$$

cu care

$$\rho_3 = \frac{3 + k''}{k' + k'''}\cdot\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{3 + 2{,}50}{1{,}25 + 1{,}875}\cdot\left(\frac{4{,}0}{2{,}4}\right)^2 = 4{,}889$$

Din figurile 8 şi 10 citim

$$\mu = 0{,}042 \qquad \xi = 0{,}475$$

cu care

$$\left.\begin{aligned} m &= \mu q_r\, b^2 = 0{,}042 \cdot 800 \cdot 2{,}40^2 = 193{,}5 \text{ kgfm/m} \\ m' &= 1{,}25 \text{ m} = 242 \text{ kgfm/m} \\ m'' &= 1{,}875 \text{ m} = 363 \text{ kgfm/m} \\ m''' &= 2{,}50 \text{ m} = 484 \text{ kgfm/m} \\ x &= \xi a = 0{,}475 \cdot 4{,}00 = 1{,}90 \text{ m} \end{aligned}\right\} \quad (15\text{ b})$$

Pentru compararea acestor rezultate cu (12 a) trebuie să schimbăm perechile de momente, spre a ţine din nou seama de intervertirea survenită a axelor, astfel încît se pun faţă în faţă următoarele momente :

Momente de rupere în kgfm/m	m	m'	m''	m'''
după schema de rupere 2 a	241	192,5	361	481
după schema de rupere 2 b	242	193,5	363	484

Diferenţele sînt, după cum era de aşteptat, deosebit de mici ; de fapt însă, cea de-a doua schemă de rupere (fig. 17 d) este aceea care a dat momentele mai mari cu care trebuie continuată dimensionarea.

7.4. *Comparaţia rezultatelor cu calculul exact şi cel aproximativ*

În tabelul de mai jos se compară rezultatele exemplelor de calcul 1, 2 şi 3 obţinute prin aplicarea următoarelor procedee :

— calculul exact cu formulele deduse în prezenta lucrare (linia 1),

— calculul cu folosirea abacelor din figurile 7 şi 8 (linia 2) şi
— calculul în ipoteza formării la 45° a liniilor de rupere (linia 3).

Abaterile liniilor 2 şi 3 de la rezultatele exacte au fost indicate în procente.

	exemplul 1	exemplul 2	exemplul 3
exact	$m = 356{,}23$	$c = 1{,}978$	$m = 240{,}39$
după abacă	$m = 356$ (− 0,06 %)	$c = 1{,}97$ (− 0,40 %)	$m = 242$ (+ 0,67 %)
în ipoteza simplificatoare (45°)	$m = 343{,}26$ (−3,64 %)	$c = 1{,}985$ (+0,35 %)	$m = 239{,}08$ (− 0,54 %)

7.5. *Observație finală*

Exemplele de calcul date presupun aplicarea calculului static al plăcilor după teoria liniilor de rupere în condițiile în care și calculul de rezistență s-ar face după metoda de calcul la rupere, așa cum în mod curent se mai practică în proiectare, nefiind încă definitivat STAS 1546-50 revizuit. Se înțelege că abacele pot fi aplicate și în calculul la stări limită după STAS 8000-67 sau în calculul propus de STAS 1546—50 revizuit în curs de definitivare, înlocuind relațiile de tipul

$q_r \geqslant c \cdot q$ (c = coeficient global de siguranță)

prin relații de tipul

$q_r\,(m, k) \geqslant n \cdot q$ (m = coeficient al condițiilor de lucru, k = coeficient de omogenitate, n = coeficient de supraîncărcare)

8. CONCLUZII

Obiectul articolului de față este calculul plăcilor dreptunghiulare sub încărcare uniform distribuită, incluzînd cazuri curente de nesprijinire a unor laturi. Pentru tratarea acestor plăci se folosește teoria liniilor de rupere. Momentele de curgere după diferite secțiuni și sensuri pot lua valori oarecare; rezemarea simplă (m'', respectiv $m''' = 0$) este un caz particular mereu inclus în tratarea generală.

Ipoteza admisă în mod obișnuit, după care liniile de rupere s-ar forma la 45°, reprezintă o aproximație neacoperitoare și nu întotdeauna admisibilă. Schema reală de rupere poate fi determinată în funcție de raportul laturilor și de rapoartele momentelor de curgere. Rezultatele diferă foarte puțin de cele obținute în baza ipotezei simplificatoare, putînd ajunge totuși la cîteva procente.

Pentru a se putea lua în considerare schema reală de rupere, se dau abace practice a căror aplicare este atît de simplă încît folosirea lor apare preferabilă nu numai în scopul eliminării erorilor amintite ale ipotezei simplificatoare, ci chiar pentru reducerea volumului de calcul. Funcțiile μ (pentru determinarea momentelor) țin chiar ele seama de schema reală de rupere, astfel încît funcțiile ξ (pentru determinarea acestei scheme) nu trebuie folosite decît cel mult pentru control (ca de pildă în cel de-al treilea exemplu de calcul, unde trebuia decis dacă nu este necesară luarea în considerare a ambelor scheme de rupere posibile). Este de asemenea posibilă determinarea schemei de rupere cu ajutorul abacelor, determinarea momentelor făcîndu-se cu ajutorul formulelor exacte (1), (4), (7), respectiv (11), astfel evitîndu-se eventualele erori de citire ale abacelor μ (erorile de citire ale abacelor ξ influențează mai puțin rezultatele). Desenarea abacelor μ și ξ a fost posibilă prin introducerea parametrilor ρ prin care numărul variabilelor independente a fost redus de la patru ($a/b, k', k'', k'''$) la două (ρ, k'').

De altfel, influența rapoartelor k dintre momentele plastice asupra rezultatelor calculului corespunde întru totul comportării statice a plăcii. Întrucît o placă reprezintă un sistem static nedeterminat, starea ei de tensiune depinde în mare măsură de rigiditățile ei pe diferite direcții și în diferite sensuri (anizotropie), la fel cum la un sistem static nedeterminat de bare comportarea în ansamblu depinde de înseși rigiditățile barelor. În calculul elastic al plăcilor, posibilitatea influențării comportării mecanice a plăcilor prin înseși caracteristicile secționale rămîne nepusă în evidență, fapt ce reprezintă un important argument în favoarea aplicării teoriei liniilor de rupere.

Bibliografie

[1] GVOZDEV A.A.: *Calculul capacității portante a construcțiilor prin metoda echilibrului limită.* Moscova, Gosstroiizdat, 1949

[2] HANGAN MIHAIL: *Construcții de beton armat.* București, Editura Tehnică, 1963

[3] HAASE HORST: *Bruchlinientheorie von Platten.* Düsseldorf, Werner, 1962.

[4] PETCU V., STĂNCULESCU GEORGETA: *Comportarea în domeniul plastic a plăcilor pătrate de beton armat.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 7, 1967.

[5] STAS 3599—52: *Construcții civile și industriale. Planșee de beton armat monolite (plăci, grinzi). Prescripții de calcul și alcătuire.*

Mangalia Nord. Vedere parțială a noilor construcții

METODE DE SIMULARE A COMPORTĂRII NORMELOR DE MUNCĂ

Ing. **MARCEL STOICA**, mat. **CONSTANTIN CIOCHINĂ**
Centrul de calcul economic și cibernetică economică

Ing. **ALEXANDRU BRÜDER**
INCERC

Verigă importantă în procesul de organizare științifică a producției și a muncii, elaborarea normelor contribuie, pe măsura perfecționării metodologiei, la asigurarea desfășurării cît mai productive a proceselor de muncă. Una din etapele importante ale elaborării normelor o constituie verificarea calitativă a acestora. Verificarea pe baze științifice asigură comportarea favorabilă (previzibilă) a normelor proiectate ce urmează a fi generalizate.

În prezent, verificarea normelor se face numai pe teren, prin selecționarea unor colectivități restrînse și numai dintre cele frecvent regăsite la locurile de muncă.

Pentru realizarea unei precizii sporite se impune verificarea pe colectivități mai mari și, dacă este posibil, înaintea verificării propriu-zise pe teren.

Aceasta se poate asigura prin simularea numerică cu ajutorul unui calculator electronic, datele de intrare fiind chiar șirurile cronometrice folosite la proiectarea normelor și normativelor de muncă. Pe baza rezultatelor simulării se obțin primele informații asupra comportării normelor, urmînd a fi selectate anumite procese de muncă studiate, care vor fi verificate pe teren cu metodele obișnuite.

În felul acesta, durata verificării se poate reduce, obținîndu-se totodată o mai mare stabilitate a indicilor de îndeplinire. Limitele de variație a acestor indici pot fi prevăzute ținînd seama de anumite condiții de organizare. O depășire a acestor limite va reflecta deci alte condiții de organizare, ceea ce necesită alte norme sau altă calificare.

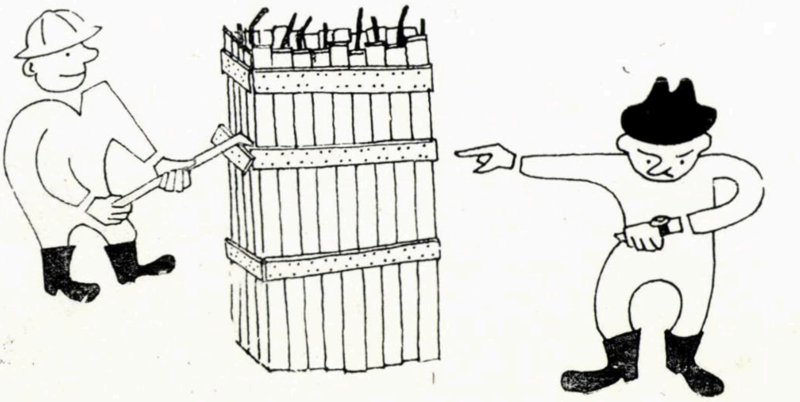
Simularea comportării normelor se poate efectua în următoarele variante :

— se consideră că la aplicare nu sînt posibile măsuri pentru asigurarea unui grad unitar de îndeplinire a normelor, adică se ține seama de varietatea formelor de organizare, mai mult sau mai puțin corespunzătoare, ce duc la dispersii mari și la considerarea șirurilor de date de proiectare, neepurate ;

— se consideră că se iau totuși anumite măsuri principale menite să asigure un grad unitar de îndeplinire a normelor, ceea ce, din punct de vedere matematic, revine la a epura unele valori extreme ale șirurilor considerate accidentale.

O dată cu epurarea lor se presupune că s-au eliminat și condițiile care le-au generat.

De asemenea, simularea se poate face atît în ipoteza șirurilor independente, cît și în ipoteza considerării legăturilor dintre șiruri, generate de considerente tehnologice a căror existență a fost verificată statistic.



«Bâtir» - Paris

1. Proiectarea normelor

În cazul proiectării normei unui proces de muncă se obțin șiruri defalcate pe elemente. De exemplu, în cazul lucrărilor de finisaje (vopsitorii) se pot obține următoarele elemente :

— curățirea suprafeței ;
— șlefuirea suprafeței ;
— aplicarea pe suprafață a unui strat de protecție.

Proiectarea normei se poate face în ipoteza independenței statistice a celor trei șiruri.

Aceasta revine la a calcula mediile şirurilor şi a le însuma. Din punct de vedere tehnologic însă, este posibil ca un consum ce depăşeşte media stabilită pe o fază să aibă influenţă asupra fazei următoare. Respectiv, o şlefuire mai îngrijită, care cere consum de timp mai mare, poate duce la un consum de timp mai mic pentru aplicarea stratului protector, şi invers.

Aceasta înseamnă că între duratele fazelor există o legătură. Evident că această legătură este de natură stohastică şi intensitatea acesteia va putea fi pusă în evidenţă prin simularea ansamblului operaţiei.

Pentru a reflecta cît mai fidel realitatea, simularea, aşa cum se va arăta, porneşte chiar de la datele de intrare care se găsesc în corespondenţă, aşa cum au fost culese de pe teren, adică se simulează pe şirul valorilor perechi (corespondente).

Fie $x_1, x_2 \ldots x_n$ şirul valorilor cronometrice ale elementului ,,şlefuirea suprafeţei'' şi $y_1, y_2 \ldots y_n$ valorile şirului cronometric ale elementului ,,aplicarea stratului protector''. Pentru a constata independenţa şirurilor este necesar să se calculeze coeficientul de corelaţie :

$$\rho = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\Sigma(y_i - \bar{y})^2}}$$

în care $\bar{x}$ = media şirului I
$\bar{y}$ = media şirului II

Unele recomandări metodologice consideră că dacă coeficientul de corelaţie este mai mic de 0,25 şirurile se pot considera independente, iar norma de timp se poate calcula ca suma mediilor şirurilor epurate $\bar{x}' + \bar{y}' = NT$.

În cazul depăşirii limitei de 0,25 este eronat a considera că norma este suma celor două medii.

De asemenea, metodologia de prelucrare a datelor recomandă încadrarea valorilor şirurilor cronometrice în limitele unui coeficent de stabilitate admisibil (C_{sa}).

Acest coeficient de stabilitate se defineşte ca raportul valorilor maxime şi minime ale şirurilor ; în cazul cînd coeficientul de stabilitate efectiv (C_s) depăşeşte coeficientul de stabilitate admisibil, se recomandă epurarea valorilor extreme.

Pentru a efectua calculele de proiectare a normelor este necesar a stabili un tip de corelaţie între cele două şiruri, în general de forma $y = ax + b$ sau de altă formă şi un coeficient de stabilitate admisibil (pentru activităţi manuale în construcţii $C_{sa} = 1{,}8$).

În această situaţie, ca urmare a corelării, norma de timp devine $\bar{x} + \bar{y} = \bar{x} + a\bar{x} + b$ sau se poate considera şirul $x_i + y_i$ care va avea în mod evident o dispersie mai mică decît şirurile independente.

Prelucrînd şirul însumat $x_i + y_i$ se constată, în cele mai multe cazuri, că nu mai este necesară epurarea valorilor extreme, deoarece media acestui şir se apropie de $\bar{x}' + a\bar{x} + b$.

De exemplu, fie şirurile oarecare :

$$x = [50, 60, 70, 80, 94, 96]$$

$$y = [70, 65, 60, 50, 45, 40].$$

Mediile şirurilor brute sînt :

$$\bar{x} = 75 ; \bar{y} = 55.$$

Pentru calculul corelaţiei s-a întocmit tabela 1.

Tabela 1

$x_i - \bar{x}$	$y_j - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})^2$
−25	15	−375	225	625
−15	10	−150	100	225
− 5	5	− 25	25	25
+ 5	− 5	− 25	25	25
+14	−10	−190	100	361
+21	−14	−325	225	441
0	0	1 090	700	1 702

Deci coeficientul de corelaţie este :

$$\rho = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\Sigma(y_i - \bar{y})^2}} = \frac{1090}{\sqrt{700}\sqrt{1702}} = 0{,}99 > 0{,}25.$$

Coeficientul de regresie este :

$$\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\Sigma(x_i - \bar{x})^2} = \frac{-1090}{1702} = -0{,}63.$$

Termenul liber este :

$$b = \bar{y} - a\bar{x} = 55 + 0{,}63 \times 75 = 102$$

Deci ecuaţia de regresie are forma

$$y = -0{,}63\,x + 102.$$

Prelucrînd şirul x' constatăm că avem un coeficient de stabilitate :

$$C_s = \frac{96}{50} = 1{,}92 > 1{,}6$$

Cu ajutorul formulelor de mai jos se pot stabili valorile extreme admisibile ale şirului, care sînt :

$$x_{max} = \frac{2\,C_{sa}}{1 + C_{sa}}\,\bar{x} = \frac{2.1{,}8}{1+1{,}8}\,75 = 97$$

$$\bar{x}_{min} = \frac{2}{1+C_{sa}}\,\bar{x} = \frac{2}{1+1{,}8}\,75 = 54.$$

Se elimină deci valoarea extremă 50. Media aritmetică a şirului prelucrat este :

$$\bar{x}' = 80.$$

La şirul y nu se depăşeşte coeficientul de stabilitate admisibil :

$$\bar{y} = \bar{y}' = 55.$$

Dacă s-ar considera șirurile independente s-ar obține:

$\bar{x}' + \bar{y}' = 80 + 55 = 135.$

Ținînd seama de interdependență, valoarea $\bar{y}'$ trebuie înlocuită cu:

$$y = -0{,}63\,\bar{x}' + 102 =$$
$$-0{,}63 \times 80 + 102 = 52$$

Valoarea corectată este:

$$80 + 52 = 132.$$

Considerînd șirul de forma $x_i + y_i = (130, 125, 130, 130, 139, 136)$ se obține media $131{,}6 \cong 132$. Rezultă că în cazul dependenței dintre șiruri trebuie sau să se corecteze valoarea medie a unuia dintre șiruri, sau să se prelucreze suma șirurilor. Studierea mai multor șiruri și corectarea acestora prezintă avantajul unei analize mai profunde, furnizînd elemente care pot fi refolosite în alte situații.

Considerarea corelației între elementele operației studiate asigură o compunere corectă a timpilor.

Pentru a face predicții calitative asupra comportării normelor proiectate este deci necesar a se stabili dacă șirurile elementelor componente ale operației sînt sau nu dependente între ele, iar în cazul dependenței, a se stabili ecuația de regresie. Pe baza acestor lucruri riguros stabilite se poate trece la simularea comportării viitoarelor norme proiectate.

2. Simularea comportării normelor proiectate

Comportarea normelor elaborate poate fi prevăzută pornind de la șirurile folosite la proiectare cu ajutorul simulării numerice. Pentru aceasta este necesară elaborarea unui algoritm și a unui program pe un calculator electronic. In cadrul Centrului de calcul economic și cibernetică economică există un program denumit SIMUS (simularea unui sistem cu intrări și ieșiri). De asemenea, există programul COREL pentru corelația statistică. Aceste două programe pot fi aplicate pentru a studia comportarea normelor. O astfel de încercare s-a efectuat pentru a verifica posibilitățile celor două programe de a prezice calitatea normelor. Lucrările la care s-a efectuat studiul fac parte din capitolul vopsitorii. A fost ales acest capitol pe considerentul că din datele statistice privind îndeplinirea normelor s-au constatat variații mari, care reflectă atît instabilitatea normelor, cît și un grad inegal de încordare. Ținînd seama de frecvența regăsirii articolelor de lucrări din cadrul vopsitoriilor pe șantiere, s-a ales ca reprezentativă operația „vopsitorii obișnuite în ulei pe tencuieli, la construcții civile și industriale".

Studiul s-a efectuat în următoarele etape:

Etapa I. Pregătirea șirurilor cronometrice ale fiecărei faze a operației. În acest scop s-au stabilit intervale convenabile, iar pentru fiecare interval s-a stabilit frecvența de apariție a valorilor din șir. În acest fel, pentru fiecare centru al intervalului t_i corespunde o frecvență absolută f_i (care prin raportare la numărul total de cazuri devine frecvență relativă p_i). Această distribuție poate fi corectată făcînd ipoteza că se apropie mai mult de o distribuție teoretică cunoscută (normală, beta etc.), dar programul permite a se opera chiar cu distribuție empirică.

Etapa II. La elementele la care se presupune o dependență cauzală se verifică independența șirurilor. Pentru aceasta se folosește programul COREL, care permite calculul coeficientului de corelație. De exemplu, pentru elementele „chituirea suprafeței" și „șlefuirea suprafeței" a rezultat un coeficient de corelație $\rho = 0{,}60 > 0{,}25$, ceea ce înseamnă o dependență suficient de strînsă pentru a fi luată în considerație. De aceea, tot cu ajutorul programului COREL s-a stabilit ecuația dreptei de regresie.

În cazul perechilor de șiruri la care s-a presupus că ar fi o dependență, dar din calcul s-a găsit un coeficient de corelație $\rho < 0{,}25$, s-a considerat că sînt independente.

Etapa III. Pentru fiecare element s-a trecut la simularea prin metoda Monte Carlo a consumului de timp pentru a executa o anumită cantitate. În acest scop s-a folosit programul SIMUS.

Datele de intrare ale programului sînt valorile șirului sub forma centrului intervalului t_i căruia i se atașează o anumită frecvență p_i. Deci, dacă n este numărul centrelor intervalelor, datele de intrare sînt sub forma unei matrice $n \times 1$. De asemenea trebuie să se precizeze valoarea medie care a fost utilizată la proiectarea normei (s/m²) și limita intervalului de timp ce se va simula pe calculator.

Programul lucrează după principiile metodei Monte Carlo. Se generează un număr aleatoriu a_i cuprins între 0 și Σf_i. Se compară cu frecvențele centrelor intervalelor și se alege frecvența f_i cea mai apropiată. Centrul intervalului t_{i_1} corespunzător frecvenței f_{i_1} este primul număr care se introduce în contor. Un alt contor sumează valorile din normă.

Algoritmul se repetă, adică se generează un alt număr aleatoriu și se obține un alt centru de interval t_{i_2} care, de asemenea, se cumulează. După un număr r de repetări se obține o durată totală T_r de forma:

$$T_r = \sum_{h=1}^{r} t_{i_h}$$

În contorul valorii normative de timp N_t se obține o durată normată N_{t_r}:

$$N_{t_r} = r \cdot N_t.$$

Indicele de îndeplinire a normei I pentru un element este deci de forma:

$$I = \frac{r \cdot N_t}{\sum_{h=1}^{r} t_{i_h}}.$$

Evident că indicii de îndeplinire a normei pe elemente au o semnificație mai puțin importantă, avînd în vedere faptul că această urmărire nu este practicată. O semnificație mai importantă o are urmărirea îndeplinirii normelor pe articole de lucrări. De aceea este necesar să se însumeze rezultatele

obținute la elementele unui articol, după un număr de r simulări. Însumarea se face după următoarele reguli:

— dacă două șiruri sînt independente se efectuează simple adunări;

— dacă două șiruri sînt dependente, și anume de forma: $t_k = a\, t_{k-1} + b$ atunci norma lor este $t_{k-1} + t_k = t_{k-1} + at_{k-1} + b$. În acest fel se obțin indici de îndeplinire a normelor după diferite perioade de timp, în funcție de mărimea numărului de simulări.

De exemplu, în cazul vopsitoriei în ulei pe pereți s-au obținut rezultatele din tabela 2. Prelucrînd cu ajutorul programului COREL aceste șiruri s-a constatat că există o dependență mai strînsă numai între elementele „aplicarea chitului" și „șlefuirea". Coeficientul de corelație este:

$$\rho = 0{,}73$$

Ecuația de regresie corespunzătoare este:

$$y = 0{,}75\,x + 111$$

în care:

x = timpul operativ (în secunde/m^2) pentru elementul „aplică chituirea"

y = timpul operativ (în secunde/m^2) pentru elementul „șlefuirea suprafeței".

Pe baza ecuației de regresie s-au efectuat corecții ale șirului de valori pentru elementul „șlefuirea suprafeței". Pentru restul combinațiilor între elemente valoarea coeficientului a fost sub limita semnificativă 0,25, ceea ce n-a mai necesitat corecții.

În tabela 3 se prezintă o parte din rezultatele obținute prin simularea pe calculator a datelor primare corectate în funcție de corelația dintre anumite elemente și valorile șirurilor epurate în limita coeficientului de stabilitate admisibil.

În tabela 4 sînt prezentate aceleași rezultate în ipoteza șirurilor neepurate.

Aceste tabele au fost obținute folosind programul SIMUS.

Cu ajutorul calculatorului au fost generați numai primii 100 de indici, durata pe calculatorul NEAC 1240 variind între 7 și 10 minute pentru fiecare 100 indici pe un element. În tabelă au fost înscrise numai unele dintre valorile selectate întîmplător.

Pentru generarea celorlalți indici s-a folosit o metodă manuală de simulare pentru care s-au generat aleatoriu indici, în mod lacunar, în scopul de a se ajunge la simulări de ordinul 8000 (ceea ce reprezintă o desfășurare a procesului de muncă pe o perioadă de cca un trimestru).

Pentru aceasta s-a procedat în felul următor: s-a generat un număr aleatoriu j din mulțimea primelor 100 de numere naturale; s-au însumat caracteristicile pe elementele procesului corespunzătoare rîndului j cu totalurile primelor 100 de simulări; a rezultat astfel simularea de rang $100 + j$; în continuare s-a extras alt număr aleatoriu j și s-a repetat procedeul descris mai sus, pînă cînd rangul simulării a întrecut 8000.

Din rezultatele simulării, cu luarea în considerare a șirurilor epurate, pare a se confirma ipoteza că, pe măsura scurgerii timpului, oscilațiile între indicii a două perioade de timp apropiate se micșorează, ceea ce confirmă fenomenul de stabilizare în timp a normelor în jurul unor valori supraunitare sau subunitare.

În comparație cu simularea pe șirurile epurate, șirurile neepurate duc la variații ale indicilor mai mari. Aceasta era de așteptat, dar diferența absolută poate constitui, de asemenea, un criteriu important în analiza și interpretarea rezultatelor îndeplinirii normelor.

În cazul prezentat, rezultatele pot fi considerate bune și articolul de normă respectiv definitivat în consecință.

În perspectivă, atunci cînd vom dispune de date suficiente privind comportarea normelor analizate pe calculator, și acestea vor avea o abatere a îndeplinirii mai apropiată de $\pm$ 0,00 va fi cazul ca un indice de 1,03, cum este cel de față, să fie corectat.

În prezent, ca urmare a generalizării unui sistem de salarizare în activitatea de construcții-montaj, comportarea la acest nivel a unui articol de lucrare poate fi considerată corespunzătoare.

3. CONCLUZII

În prezent, indicațiile metodologice privind elaborarea normelor de muncă precizează că definitivarea și aplicarea acestora pe șantiere să se facă după verificarea lor în producție. Această verificare urmărește a stabili în ce măsură normele proiectate sînt accesibile. În acest scop se recomandă o perioadă de verificare de trei luni pentru normele republicane și o lună pentru celelalte norme, în condiții speciale de organizare a desfășurării lucrărilor și a urmăririi lor exprese.

Aceste recomandări implică cheltuieli suplimentare din partea aparatului de normare, căruia îi revine sarcina verificării. Verificarea se face global și prin studii de normare tehnică.

Verificarea unui articol de normă este însă foarte incertă în condițiile de pe teren, ca urmare a faptului că o dată cu executarea articolului respectiv se execută și altele, iar corectarea timpului acordat acestor lucrări este foarte aproximativă.

Pentru a scurta durata de verificare în condițiile unei reexaminări mai frecvente a normelor ca urmare a permanentelor măsuri de îmbunătățire a organizării, cît și a verificării operative a normelor proiectate pentru soluții tehnologice noi, se impune abordarea lor pe o bază mai operativă și mai exactă.

În acest sens, utilizarea calculatoarelor prezintă avantaje deosebite.

Pe măsura extinderii unor asemenea metode de simulare pe calculator a varietății factorilor de influență ce condiționează îndeplinirea normelor, se vor putea face în perspectivă analize mai aprofundate, cum ar fi, de exemplu, luarea în considerare a categoriei medii a formațiilor utilizate, a sezonului de lucru, a volumului de

Tabela 2

Rezultatele simulării în varianta şirurilor cronometrice epurate

Nr. crt.	NUMĂR DE REPETĂRI	ŞTERGERE DE PRAF			ŞLEFUIRE			APLICA CHIT			VOPSIT STRAT I			TOTAL ARTICOL			Observaţii
		şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generator aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generator aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	10	180	200	1,11	420	390	0,93	889	910	1,03	2.400	2.170	1,10	3.889	3.670	0,95	
2	18	316	360	1,14	550	702	1,29	1.519	1.638	1,06	3.340	3.906	1,17	5.725	6.606	1,16	
3	35	650	700	1,08	1.130	1.365	1,20	2.640	3.185	1,20	7.710	7.595	0,98	12.130	12.845	1,05	
4	42	800	840	1,05	1.820	1.738	0,95	3.260	3.822	1,17	8.290	9.114	1,10	14.170	15.614	1,10	1 Zi—om = = 28.800"
5	63	1.300	1.260	0,97	2.100	2.457	1,16	5.730	5.733	1,00	13.720	13.671	0,99	22.850	23.121	1,01	7 zile = = 201.600"
6	118	2.160	2.360	1,09	4.410	4.602	1,04	9.720	10.738	1,10	23.810	25.606	1,11	40.100	43.306	1,07	60 zile=172800"
7	960	18.200	19.200	1,06	33.990	37.440	1,10	95.030	87.360	0,92	185.900	208.320	1,12	333.120	351.320	1,06	
8	1.560	33.000	31.200	0,95	55.120	60.840	1,10	166.100	141.960	0,85	320.100	338.520	1,06	574.320	572.520	0,99	
9	5.310	102.000	106.200	1,02	209.010	207.090	0,99	440.300	483.210	1,10	1.061.200	1.152.270	1,04	1.812.510	1.948.770	1,07	
10	8.100	156.000	162.000	1,04	309.900	315.900	1,02	699.890	737.100	1,05	1.706.500	1.757.700	1,03	2.872.290	2.972.700	1,03	

Tabela 3

Rezultatele simulării în varianta şirurilor cronometrice neepurate

Nr. crt.	NUMĂR DE REPETĂRI	ŞTERGERE DE PRAF			ŞLEFUIRE			APLICA CHIT			VOPSIT STRAT I			TOTAL ARTICOL			Observaţii
		şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generat ale atoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	şir generat aleatoriu	şir după normă	Indice de îndeplinire	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	40	40	1,00	83	78	1,04	190	182	1,04	398	434	0,92	711	734	0,98	
2	16	368	320	1,13	640	624	1,02	1.424	1.456	0,98	4.144	3.472	1,21	6.576	5.872	1,11	
3	24	504	480	1,04	960	936	1,02	2.184	2.184	1,00	4.976	5.208	0,94	8.624	8.808	0,98	
4	40	920	800	1,15	2.000	1.560	1,28	3.640	3.640	1,00	9.920	8.680	1,15	16.480	14.680	1,12	
5	42	944	840	1,13	2.142	1.638	1,30	3.906	3.822	1,03	10.370	9.114	1,14	17.362	15.414	1,12	
6	59	1.239	1.180	1,04	2.655	2.301	1,15	5.664	5.369	1,05	13.393	12.803	1,04	22.951	21.653	1,06	
7	98	2.156	1.960	1,10	4.802	3.822	1,26	9.810	8.918	1,10	21.560	21.266	1,01	38.328	35.966	1,07	
8	390	8.580	7.800	1,10	19.500	15.210	1,28	39.780	35.490	1,11	89.700	84.630	1,06	157.560	143.130	1,10	
9	1.890	41.580	37.800	1,10	86.940	73.710	1,18	207.900	181.990	1,21	434.700	410.130	1,05	771.120	639.630	1,21	
10	6.660	146.520	133.200	1,10	346.320	259.740	1,34	859.140	606.060	1,40	531.800	1.145.220	1,34	2.883.780	2.444.220	1,19	

lucrări, a creşterii îndemînării muncitorului în timp etc.

Considerăm că această experienţă este un model de rezolvare a utilizării calculatoarelor într-un domeniu în care se dispune de un volum considerabil de date, pentru a căror prelucrare şi interpretare avem nevoie de o precizie sporită. Extinderea unor metode de acest gen ar permite a se face predicţii în condiţii economice asupra efectelor diferitelor măsuri luate pe linia activităţii de normare în construcţii.

Tabela 4

Rezultatele măsurătorilor la articolul vopsitorie în ulei pe pereţi

Nr. crt. al cronometrării	Aplicare chit	Şlefuire	Ştergere praf	Vopsitorie
1	67	30	24	271
2	72	35	16	227
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
29	122	51	17	181
30	68	86	27	199

Bibliografie

[1] RANCU N., TŐVISSI L.: *Statistica matematică cu aplicaţii în producţie* Editura Academiei, 1963.

[2] * * * *Normarea muncii — Principii metodologice generale.* Ministerul Muncii, Bucureşti, 1965.

[3] HIDOŞ C., GHEORGHIŢĂ ST., BELFERT I. şi FLORESCU M.: *Normarea muncii în construcţii.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1965.

[4] BELFERT I., CEARĂ I., FLORESCU M. STOICA M.: *Contribuţii la perfecţionarea metodelor de normare a muncii în construcţii.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţie, nr. 1/1966.

[5] * * * *Metodologia de normare tehnică a muncii în construcţii,* INCERC, Bucureşti, 1967.

[6] VÎLCOV S., STOICA M.: *Coordonate noi în studiul muncii.* Viaţa economică nr. 45 (272), noiembrie 1968.

[7] SIMA A., COSTESCU M., STOICA M.: *Asigurarea unui grad unitar de încordare a normelor de muncă.* Organizare şi salarizare, IDT, nr. 4/1968.

[8] ISAC D.: *Fundamentarea ştiinţifică a normelor de muncă.* Comunicare la Sesiunea ştiinţifică jubiliară a Academiei de studii economice, Bucureşti, 18—21 decembrie 1968.

[9] STOICA M.: *Metode moderne de studiul muncii în construcţii.* Sinteză documentară, IDT, Bucureşti, 1969.

[10] NAYLOR TH. H., BALINTHY JOSEPH I. ş.a.: *Computer Simulation Techniques,* John Wiley & Sons, NY, 1966.

[11] CHORAFAS D.U.: *La simulation mathématique et ses applications.* Dunod, Paris, 1966.

[12] SCHEFAR WALTER: *Rechentechnische Simulation des Baumaschineneinsatzes zur Berücksichtigung zufallsabhängiger Störeinflüss.* Bauzeitung nr. 8/1968.

[13] KRESS H., GLONN: *Untersuchungen zur Bestimmung der optimalen Organisation von Instandhaltungearbeiten an Fertigmaschinen bei werkstättenfertigung anhand eines Simulationsmodels.* Unternehmungsforschung Vol. 12 Heft 4.

[14] TOWNE D.: *Computerized Work Factor.* Work study and Management services. Vol. 13, nr. 1/1969.

Vedere din Mangalia Nord

Influenţa variaţiei parametrilor condiţiilor de lucru asupra costului unitar al lucrărilor de construcţii mecanizate sau executate prin procedee tehnologice noi*

Conf. ing. **A. TRELEA**
Institutul politehnic Iaşi

Una din principalele piedici în calea promovării, în condiţii de eficienţă economică, a tehnologiilor noi o constituie tendinţa de absolutizare şi de generalizare a domeniului lor de folosire, atît acolo unde acest lucru este indicat, cît şi acolo unde aplicarea devine oneroasă. În realitate nu există procedee tehnologice universal aplicabile, ci numai procedee care au domenii mai largi sau mai restrînse de aplicare, dar foarte precis delimitate de condiţiile concrete de lucru. Cu cît creşte în amploare dotarea materială necesară pentru aplicarea unui procedeu tehnologic, cu atît creşte şi importanţa condiţiilor organizatorice pentru eficienţa economică a lui.

În lipsa unei metodologii obiective pentru punerea în evidenţă a eficienţei economice a unei tehnologii noi — respectiv pentru determinarea limitelor de aplicare eficientă a acesteia — cercetătorul, oricît de bine intenţionat, intuind domeniul în care se obţine eficienţa maximă, particularizează parametrii organizatorici la acele situaţii optime, demonstrînd astfel eficienţa soluţiei studiate de el.

În practică însă, valorile acestor parametri nu se verifică identic aproape niciodată, oscilînd *în jurul* valorilor avute în vedere în calculul de eficienţă economică. De aceea, dacă aplicarea procedeului respectiv nu dă rezultatele scontate, nu se poate spune nimic asupra cauzelor ce au determinat această situaţie sau în orice caz se poate spune doar într-un mod foarte general. În consecinţă, de cele mai multe ori se condamnă procedeul însuşi şi se compromite chiar noţiunea de calcul de eficienţă economică, acreditîndu-se ideea că printr-un asemenea calcul se poate demonstra oricînd, orice. Aceasta, deşi lipsa de rezultate eficiente se poate datora fie unor deficienţe organizatorice flagrante, fie aplicării tehnologiei respective într-un caz care se situează în afara domeniului eficient de folosire.

De aceea vom încerca să prezentăm în cele ce urmează o metodologie care să permită, pe de o parte, stabilirea limitelor de eficienţă economică a unui procedeu tehnologic (sau a mecanizării unei lucrări), iar pe de altă parte, identificarea cauzelor care duc la obţinerea altor rezultate decît cele scontate.

Această metodologie constă de fapt într-o sistematizare a calculelor pentru stabilirea costului unitar al unui produs executat cu o maşină sau cu o instalaţie complexă, incluzînd mai multe maşini, astfel încît la efectuarea unor calcule de eficienţă economică să nu fie lăsată deoparte nici una din cheltuielile care prezintă importanţă; metodologia poartă în acest fel, la prima vedere, amprenta legislaţiei economice ce se aplică la un moment dat.

Dar sistematizarea în cauză vizează universalizarea metodologiei de calcul prin evidenţierea parametrilor condiţiilor de lucru pînă în expresia finală cu care se calculează costul unitar, fie că aceşti parametri influenţează mărimea totală a cheltuielilor, fie că influenţează mărimea producţiei realizate, adică ambii factori care, în ultimă instanţă, determină mărimea costului unitar.

La identificarea acestor parametri s-a plecat de la analiza fondului de timp al mijloacelor fixe ale căror cheltuieli încarcă, după cum este ştiut, costurile produselor pentru realizarea cărora sînt folosite, fie că lucrează, fie că staţionează. Distingem astfel:

- t = durata de imobilizare pentru lucru pe un şantier a unui mijloc; aceasta se măsoară în ani, iar pentru transformarea ei în zile lucrătoare se multiplică cu valoarea z;
- z = numărul de zile lucrătoare pe an;
- ω = programul mediu zilnic de lucru (ore/zi);
- Ω = numărul total de ore programate pentru lucru pe un şantier;
- H = numărul total de ore utilizate pe un şantier;

* Comunicare prezentată la sesiunea ştiinţifică a cadrelor didactice din Institutul politehnic Iaşi (2–4 iulie 1970).

h = numărul mediu zilnic de ore utilizate pe un şantier;
k = coeficientul de utilizare a timpului de program pe un şantier;
p = productivitatea de exploatare orară;
P = producţia totală realizată pe un şantier (amplasament).

Ţinînd seama de definiţiile acestor parametri, rezultă următoarele relaţii:

$$z = 365 - (52 + 3) = 310 \text{ zile/an} = \text{constant} \quad (1)$$

$$\Omega = zt\,\omega \quad (2)$$

$$H = zth \quad (3)$$

$$k = \frac{H}{\Omega} = \frac{h}{\omega} \quad (4)$$

$$P = zt\,\omega\, kp = zt\, hp \quad (5)$$

Dar toţi aceşti parametri influenţează nu numai mărimea producţiei, ci şi mărimea cheltuielilor făcute pentru realizarea ei. De aceea, cheltuielile făcute le vom grupa astfel încît să punem în evidenţă mărimea parametrilor condiţiilor de lucru şi în expresia cheltuielilor totale. Vom putea scrie deci că mărimea costului unitar rezultă din relaţia:

$$c = \frac{C_1 + tC_2 + zt\omega C_3 + zt\omega k C_4 + PC_5}{P} \quad (6)$$

unde:

C_1 = cheltuielile constante pe un amplasament;
C_2 = cheltuielile constante pe unitatea de măsură a timpului de imobilizare pentru lucru, adică pe an;
C_3 = cheltuielile constante pe ora de program de lucru al şantierului;
C_4 = cheltuielile constante pe ora de timp utilizat pe un şantier;
C_5 = cheltuielile constante pe unitatea de produs realizat.

Cheltuielile $C_1 \ldots C_5$, neconţinînd în valorile lor parametrii condiţiilor de lucru, pot fi considerate caracteristice pentru un mijloc sau pentru o instalaţie mecanizată şi calculate o dată pentru totdeauna pentru fiecare din ele; în cazul unei instalaţii complexe, alcătuite din mai multe mijloace, cheltuielile $C_1 \ldots C_5$ pentru întreaga instalaţie rezultă din sumarea, pe fiecare din aceste grupe, a cheltuielilor respective pentru toate mijloacele din care este alcătuită instalaţia.

$$\begin{aligned} C_1 &= \Sigma C_1^i \\ C_2 &= \Sigma C_2^i \\ C_3 &= \Sigma C_3^i \\ C_4 &= \Sigma C_4^i \\ C_5 &= \Sigma C_5^i \end{aligned} \quad (7)$$

Expresia costului unitar (6) mai poate fi pusă, ţinînd seama de expresia producţiei realizate (5), şi sub forma:

$$c = \frac{C_1}{P} + \frac{tC_2}{P} + \frac{C_3}{kp} + \frac{C_4}{p} + C_5 \quad (8)$$

scoţînd astfel în evidenţă aportul fiecăreia din grupele de cheltuieli $C_1 \ldots C_5$, în parte, la formarea costului unitar al produsului.

Pe baza acestei sistematizări rezultă şi conţinutul fiecăreia din grupele de cheltuieli $C_1 \ldots C_5$.

În grupa C_1 de cheltuieli, constante pe amplasament, se vor cuprinde cheltuielile de construcţii pentru amenajarea amplasamentului (C_c), cheltuielile pentru montare, demontare şi transport la şi de la şantier (C_m) ale mijlocului respectiv, precum şi cheltuielile de amortizare sau de plată a chiriei (C_s) pe perioada de montare, demontare şi transport θ (exprimată în ani); deci:

$$C_1 = C_c + C_m + \theta C_s. \quad (9)$$

În grupa C_2 de cheltuieli constante pe an se cuprind cotele anuale de amortizare ale mijloacelor fixe aflate în dotare proprie (C_a), cheltuielile anuale de reparare a lor (C_r), precum şi chiriile calculate pe un an ale mijloacelor ce se închiriază cu tarif pe zi (C_z); deci:

$$C_2 = C_a + C_r + zC_z. \quad (10)$$

În grupa C_3 de cheltuieli constante pe ora de program se cuprind chiriile orare ale mijloacelor ce se închiriază cu tarif pe oră (C_h), precum şi cheltuielile de deservire (C_d), adică salariile orare ale personalului care deserveşte instalaţia pe toată durata programului de lucru, dar nu sînt cuprinse şi în chirii; aceste salarii trebuie multiplicate şi cu un coeficient (η) care să ţină seama de cheltuielile indirecte; deci:

$$C_3 = C_h + \eta C_d. \quad (11)$$

În grupa C_4 de cheltuieli constante pe ora utilizată se cuprind cheltuielile de funcţionare ale maşinilor, respectiv costul combustibililor, energiei, lubrifianţilor etc., adică suma produselor între consumurile specifice (q) şi preţurile lor unitare (u); deci:

$$C_4 = \Sigma q \cdot u. \quad (12)$$

În grupa C_5 de cheltuieli se cuprinde costul materialelor prelucrate în procesul tehnologic ce se efectuează cu maşina sau instalaţia în cauză, adică suma produselor consumurilor specifice (Q) cu preţurile lor unitare (U); în această grupă se pot încadra şi eventualele plăţi în acord, pe bucată (C_b), făcute unor formaţii de muncitori care nu sînt imobilizaţi lîngă instalaţie în tot timpul programului de lucru al acesteia, ci numai în timp ce este uti-

lizată; şi aceste cheltuieli trebuie afectate de coeficientul cheltuielilor indirecte; deci:

$$C_5 = \Sigma QU + \eta C_b. \qquad (13)$$

Trebuie să subliniem că acest mod de grupare a cheltuielilor nu reprezintă nicidecum un volum suplimentar de muncă, ci numai o sistematizare corespunzătoare scopului urmărit, a unor activităţi care se depun în orice caz.

Mai mult încă, constanţa valorilor rezultată pentru grupele de cheltuieli $C_1 \ldots C_5$ şi independenţa lor faţă de parametrii condiţiilor de lucru determină în final reducerea volumului de muncă pentru stabilirea costului unitar în diferitele situaţii în care singurii care pot varia sînt parametrii condiţiilor de lucru.

Se poate afirma chiar că această sistematizare a cheltuielilor este un pas important pe calea introducerii unor metode de prelucrare integrată a datelor, respectiv de mecanizare a calculelor.

În etapa actuală, volumul de muncă necesar pentru calculul efectiv al costului, cunoscînd valorile $C_1 \ldots C_5$ şi parametrii t, z, ω, k, p, se poate reduce prin efectuarea grafică cu ajutorul unei nomograme (fig. 1); pentru aceasta este suficient ca expresia (6) să se pună sub forma:

$$c = \cfrac{\cfrac{\cfrac{\cfrac{C_1}{t} + C_2}{z\omega} + C_3}{k} + C_4}{p} + C_5. \qquad (14)$$

O altă cale pentru reducerea volumului de muncă la stabilirea costului unitar este aceea a stabilirii directe a diferenţei faţă de o situaţie organizatorică oarecare, în care se cunoaşte costul unitar ca şi valorile $C_1 \ldots C_5$ şi parametrii condiţiilor de lucru t, z, ω, k, p; ar fi cazul cînd, stabilindu-se un cost convenţional, se doreşte să se determine direct diferenţa de cost faţă de acesta într-un caz concret.

Presupunînd că în cazul de referinţă (convenţional) costul unitar este dat de relaţia (6), aceasta poate fi scrisă şi sub forma:

$$c = c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 \qquad (15)$$

unde:

$$c_1 = \frac{C_1}{P} \qquad (16)$$

$$c_2 = \frac{tC_2}{P} \qquad (17)$$

$$c_3 = \frac{C_3}{kp} \qquad (18)$$

$$c_4 = \frac{C_4}{p}. \qquad (19)$$

În cazul analizat, costul unitar fiind

$$c' = \frac{C_1'}{P'} + \frac{t'C_2'}{P'} + \frac{C_3'}{k'p'} + \frac{C_4'}{p'} + C_5' \qquad (20)$$

rezultă pentru diferenţa de cost, expresia:

$$c' - c = c_1\left(\frac{C_1'P}{C_1P'} - 1\right) + c_2\left(\frac{C_2'}{C_2} \times \frac{t'}{t} \times \frac{P}{P'} - 1\right) + c_3\left(\frac{C_3'}{C_3} \times \frac{k}{k'} \times \frac{p}{p'} - 1\right) + c_4\left(\frac{C_4'}{C_4} \times \frac{p}{p'} - 1\right) + (C_5' - C_5). \qquad (21)$$

Aceasta este forma generală a diferenţei de cost presupunînd că variază atît valorile cheltuielilor $C_1 \ldots C_5$, cît şi valorile tuturor parametrilor organizatorici. În realitate, mulţi din aceşti parametri rămîn cu aceleaşi valori în ambele situaţii, aşa încît calculul diferenţei se simplifică prin faptul că raportul lor este 1.

Astfel, în cazul în care mijloacele folosite rămîn aceleaşi, valorile $C_1 \ldots C_5$ rămîn neschimbate ($C_1 = C_1'$; $C_2 = C_2'$, $\ldots$ $C_5 = C_5'$), iar diferenţa de cost este:

$$c' - c = c_1\left(\frac{P}{P'} - 1\right) + c_2\left(\frac{t'P}{tP'} - 1\right) + c_3\left(\frac{kp}{k'p'} - 1\right) + c_4\left(\frac{p}{p'} - 1\right). \qquad (22)$$

Este important de subliniat că t, k, p, P nu sînt variabile independente, ele fiind legate prin relaţia (5), deci:

$$P = tz\omega kp \quad \text{respectiv} \quad P' = t'z\omega'k'p'$$

de unde:

$$\frac{P}{P'} = \frac{t\omega kp}{t'\omega'k'p'}. \qquad (23)$$

Folosind relaţia (22) sau relaţia mai generală (21) se pot rezolva rapid o mulţime de probleme foarte diverse, legate de variaţia costului unitar al unui proces tehnologic mecanizat sau avînd un grad mare de dotare (cofraje glisante, cofraje spaţiale pentru executarea construcţiilor de locuinţe etc).

Cîteva tipuri de asemenea probleme prezintă un interes deosebit pentru acţiunea de promovare a unor noi tehnologii sau de mecanizare a lucrărilor de construcţii. Dintre acestea vom menţiona:

1. *Influenţa condiţiilor organizatorice generale ale şantierului*; acestea se concretizează prin proiectul de organizare şi prin acţiunea de planificare în valorile parametrilor t, ω şi k.

Distingem în general două situaţii;

a) Dacă producţia totală P variază în funcţie de variaţia parametrilor t, ω şi k, singurul pa-

ametru constant rămînînd productivitatea p, diferenţa de cost va fi în acest caz:

$$c' - c = c_1\left(\frac{P}{P'} - 1\right) + c_2\left(\frac{t'P}{tP'} - 1\right) + c_3\left(\frac{k}{k'} - 1\right). \quad (24)$$

Parametrii t, P, k şi t', P' şi k' fiind legaţi prin relaţia (23), aceeaşi diferenţă se poate scrie şi sub forma:

$$c' - c = c_1\left(\frac{P}{P'} - 1\right) + c_2\left(\frac{t'P}{tP'} - 1\right) + c_3\left(\frac{Pt'\omega'}{P't\omega} - 1\right). \quad (24')$$

b) Dacă producţia totală rămîne constantă ($P = P'$), deşi variază parametrii t, ω şi k, caz obişnuit pe un şantier care are de realizat o producţie determinată, indiferent de variaţia diferiţilor parametri; diferenţa de cost, ţinînd seama că şi $P = P'$, va fi:

$$c' - c = c_2\left(\frac{t'}{t} - 1\right) + c_3\left(\frac{k}{k'} - 1\right) \quad (25)$$

sau

$$c' - c = c_2\left(\frac{t'}{t} - 1\right) + c_3\left(\frac{t'\omega'}{t\omega} - 1\right) \quad (25')$$

2. *Influenţa condiţiilor organizatorice locale* concretizate în productivitatea orară de exploa-

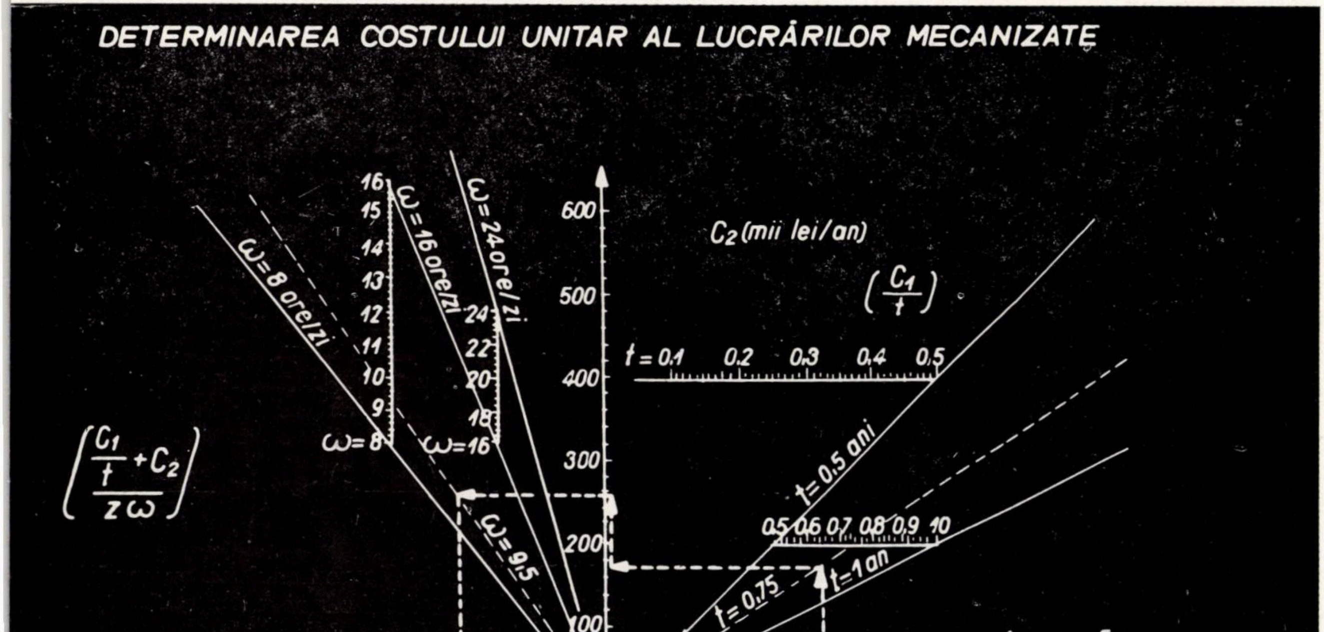


Fig. 1

tare; şi în acest caz se pot distinge mai multe situaţii:

a) Dacă rămîn constanţi toţi parametrii, în afară de productivitate (p) şi de producţia realizată (P) care depinde de aceasta, atunci diferenţa este:

$$c' - c = (c_1 + c_2)\left(\frac{P}{P'} - 1\right) + (c^3 + c_4)\left(\frac{p}{p'} - 1\right). \quad (26)$$

b) Dacă însă, aşa cum am văzut că este cazul obişnuit pe un şantier, producţia (P) rămîne constantă şi tot constanţi rămîn şi parametrii organizatorici generali t şi ω, variaţia productivităţii se reflectă în variaţia coeficientului de utilizare, astfel încît $kp = k'p'$; acest lucru este posibil şi atunci cînd productivitatea realizată (p') este mai redusă decît cea planificată (p), dacă la organizarea şantierului s-au creat rezerve neraţionale pentru durata de imobilizare (t) şi pentru programul de lucru (ω) (rezultînd o subestimare a coeficientului de utilizare k); diferenţa va fi în acest caz:

$$c' - c = c_4\left(\frac{p}{p'} - 1\right). \quad (27)$$

Această concluzie este deosebit de importantă deoarece arată că, în condiţiile supraestimării parametrilor organizatorici generali, lipseşte pe şantier stimulentul realizării productivităţii deoarece diferenţa de cost datorită nerealizării acesteia este aparent neînsemnată, ea afectînd numai cheltuielile de funcţionare, care sînt relativ mici în comparaţie cu celelalte. Altfel spus, germenii depăşirii costului prevăzut pentru lucrările mecanizate sau pentru tehnologiile noi se găsesc în modul în care este întocmit şi aplicat proiectul de organizare.

c) O întocmire corectă a proiectului de organizare, adică o justă planificare a parametrilor t, ω şi k, conjugată însă cu nerealizarea productivităţii (p), datorită condiţiilor locale de organizare necorespunzătoare, necesită în final totuşi modificarea parametrilor t şi ω pentru a se putea realiza producţia (P); prin această modificare se pune în evidenţă diferenţa reală de cost datorită condiţiilor organizatorice locale care devine:

$$c' - c = c_2\left(\frac{t'}{t} - 1\right) + c_3\left(\frac{kp}{k'p'} - 1\right) + c_4\left(\frac{p}{p'} - 1\right). \quad (28)$$

Din relaţia (23) rezultînd $\frac{kp}{k'p'} = \frac{t'\omega'}{t\omega}$ diferenţa de cost (28) se poate scrie şi sub forma:

$$c' - c = c_2\left(\frac{t'}{t} - 1\right) + c_3\left(\frac{t'\omega'}{t\omega} - 1\right) + c_4\left(\frac{p}{p'} - 1\right). \quad (28')$$

Diferenţa (28) sau (28') poate reflecta ş efectul imposibilităţii de realizare în practic a parametrului productivitate proiectat pentr o maşină sau instalaţie nouă, atunci cînd aces lucru se stabileşte în mod explicit, chiar pentr o durată redusă de timp.

3. *Influenţa centralizării producţiei.* Centra lizarea producţiei este o cale de reducere costului lucrărilor mecanizate, prin îmbună tăţirea utilizării timpului de program. Vo distinge şi aici două cazuri:

a) Centralizarea se face fără modificare parametrilor t şi ω planificaţi iniţial. Producţi creşte numai datorită îmbunătăţirii coeficien tului de utilizare k şi a productivităţii (p) Din relaţia (23) rezultă $\frac{P}{P'} = \frac{kp}{k'p'}$, iar dife renţa de cost va fi

$$c' - c = (c_1 + c_2 + c_3)\left(\frac{P}{P'} - 1\right) + c_4\left(\frac{p}{p'} - 1\right). \quad (29$$

Această diferenţă de cost va trebui să fi mai mare decît costul transportului suplimenta (c_t) care intervine; deci:

$$(c_1 + c_2 + c_3)\left(\frac{P}{P'} - 1\right) + c_4\left(\frac{p}{p'} - 1\right) \geqslant c_t\left(1 - \frac{P}{P'}\right). \quad (30$$

b) Dacă centralizarea se face cu modificare parametrilor organizatorici generali şi, even tual, şi a numărului de unităţi cu care se exe cută lucrările, diferenţa de cost va fi dată d relaţia generală (21) şi va trebui să fie ma mare decît costul transportului suplimenta care apare.

4. *Influenţa măririi mobilităţii mijloacelo utilizate în procesele tehnologice noi sau î mecanizarea lucrărilor de construcţii.* Ultim din aplicaţiile pe care le prezentăm, dar poat cea mai interesantă, este analiza efectului p care îl poate avea mărirea mobilităţii mijloa celor utilizate în construcţii, asupra costulu unitar.

Consecinţele cele mai importante ale trans formării unui mijloc, în sensul măririi mobi lităţii lui, sînt reducerea cheltuielilor constant pe amplasament (C_1) şi mărirea valorii d înlocuire I, respectiv mărirea cheltuielilor con stante pe an (C_2) sau pe ora de program (C_3) după cum mijlocul se află în dotare propri sau se închiriază.

De asemenea se poate avea în vedere redu cerea duratei de imobilizare pentru lucru (t şi a numărului total de ore program ($tz\omega$) pri mutarea temporară, în timpul golurilor d

lucru, pe alt șantier; în acest caz se înregistrează însă o mărire a cheltuielilor de montare, demontare și transport prin repetarea lor.

Aplicînd formula generală pentru diferența de cost și punînd condiția ca aceasta să fie o economie ($c' - c \leqslant 0$), se poate scrie, dacă considerăm ($C_5 = C_5'$):

$$(t'C_2' - tC_2) \leqslant (C_1 - C_1') + \left(C_3 - C_3' \frac{t'\omega'}{t\omega}\right) + \left(C_4 - C_4' \frac{p}{p'}\right) tz\omega k. \quad (31)$$

Dezvoltînd expresiile C_2 și C_2' pentru cazul unui mijloc aflat în dotare proprie, pentru care putem pune în evidență creșterea ΔI a valorii de înlocuire *, expresia (31) devine

$$\Delta I \leqslant \frac{(C_1 - C_1') + C_2(t - t') + \left(C_3 - C_3' \frac{t'\omega'}{t\omega}\right) tz\omega + \left(C_4 - C_4' \frac{p}{p'}\right) tz\omega k}{t'(\alpha + \rho)} \quad (32)$$

unde:

ΔI = creșterea valorii de înlocuire a mijlocului;

α = norma anuală de amortizare;

ρ = norma anuală a cheltuielilor de reparare $\left(\rho = \frac{C_r}{I} = \frac{C_r'}{I + \Delta I}\right)$.

Termenii de la numărătorul membrului al doilea al inegalității (32) au următoarele tendințe de variație:

$$C_1 - C_1' \geqslant 0 \quad (33)$$

deoarece se reduc cheltuielile de construcții pentru amenajarea amplasamentului ($C_c \geqslant C_c'$) și cheltuielile de montare, de demontare, de transport ($C_m \geqslant C_m'$) ca și durata de imobilizare ($\theta \geqslant \theta'$) pentru această perioadă;

$$C_2(t - t') \geqslant 0 \quad (34)$$

deoarece $t \geqslant t'$ ca urmare a posibilităților de mutare rapidă pe alte șantiere a mijlocului analizat, în perioadele cînd nu este solicitat; în acest caz, crescînd cheltuielile C_1', condiția generală va trebui să devină:

$$(C_1 - C_1') + C_2(t - t') \geqslant 0 \quad (35)$$

care se realizează dacă:

$$n \leqslant \frac{C_1 + C_2(t - t') - C_c'}{C_m' + \theta' C_a'} \quad (36)$$

unde:

n = numărul de sosiri (instalări) pe șantier ale mijlocului respectiv pentru realizarea producției P;

C_a' = cheltuielile de amortizare anuale, sporite față de cele inițiale ($C_a' \geqslant C_a$);

$$\left(C_3 - C_3' \frac{t'\omega'}{t\omega}\right) \geqslant 0 \quad (37)$$

deoarece cheltuielile C_3, care se reduc în acest caz la cheltuielile de deservire C_d, pot să scadă ($C_3 \geqslant C_3'$) atunci cînd se mărește mobilitatea, ca urmare a reducerii numărului de muncitori de deservire; de asemenea devine subunitar raportul $\frac{t'\omega'}{t\omega} < 1$;

$$\left(C_4 - C_4' \frac{P}{P'}\right) \leqslant 0 \quad (38)$$

deoarece cheltuielile de utilizare sporesc prin mărirea mobilității ($C_4 \leqslant C_4'$), datorită creșterii consumului de energie pentru deplasare; de asemenea există posibilitățile de creștere a productivității ($p \leqslant p'$), ca urmare a stimulentului pe care-l reprezintă pentru acest indicator o durată mai redusă de imobilizare pentru lucru pe un șantier, a unui mijloc oarecare.

Dintre acești termeni, cel mai important este cel dat de expresia (35); aceasta cu atît mai mult cu cît termenii (37) și (38) fiind și de sens contrar au tendința să se anuleze.

În diagrama din figura 2 se reprezintă variația posibilității de creștere în condiții economice a valorii de înlocuire a unor mijloace cu un

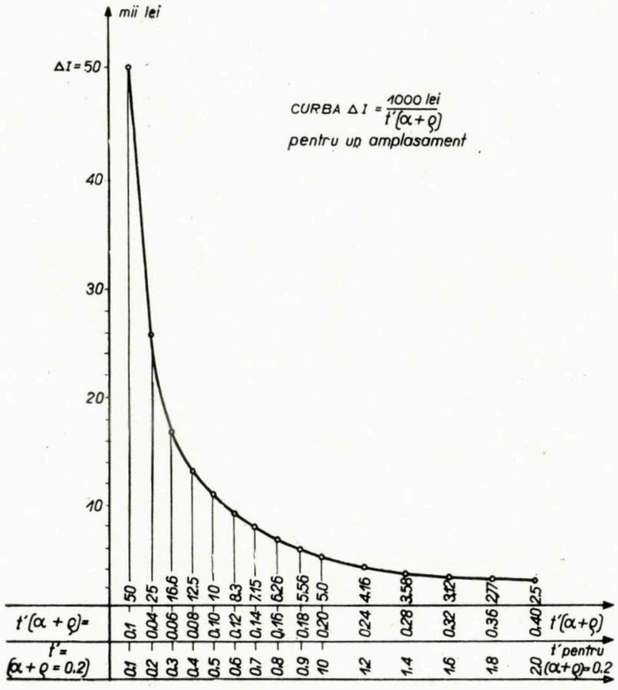


Fig. 2

* $C_2 = (\alpha + \rho) I$, iar $C_2' = (\alpha + \rho)(I + \Delta I)$

(continuare la pag. 51)

Suprapunerea sarcinilor termice pentru prepararea apei calde de consum şi pentru încălzirea clădirilor

Ing. I. RAPPAPORT şi ing. ŞT. VINTILĂ
Institutul de construcţii Bucureşti, Facultatea de instalaţii

Rezultatele măsurătorilor efectuate de INCERC [1] şi indicaţiile din normativele în vigoare [2], [3] permit stabilirea necesităţilor maxime de căldură pentru clădirile de locuit, atît pentru prepararea apei calde de consum, cît şi pentru încălzirea clădirilor, fiind arătate şi ipotezele în care au fost măsurate aceste valori, cît şi cele ce trebuie admise în calcul, inclusiv factorii care contribuie la variaţia lor în timp.

Considerînd date aceste valori maxime şi avînd în vedere variaţia lor în timp, în lucrarea de faţă se va analiza suprapunerea în timp a acestor necesităţi.

1. Variaţia necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum variază mult în decursul aceleiaşi zile şi de la zi la zi, existînd, în general, intervale de timp, de ordinul a cîteva ore, în care necesarul atinge valori ridicate, după care urmează perioade cu valori mult mai reduse. Se poate accepta [1] o variaţie periodică a necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum, cu durata perioadei de o săptămînă.

Făcînd abstracţie de valorile accidentale, s-a remarcat apariţia unor de vîrfuri consum, în medie de patru ori pe lună, corespunzînd, în marea majoritate a cazurilor, consumului de duminică dimineaţa, întins pe o perioadă de circa 3 1/2 ore, cam de la ora 8,30 şi pînă la ora 12,00. Valoarea corespunzătoare a debitului de apă a rezultat de circa 40 $\frac{l}{h \cdot \text{apart}}$, ceea ce, la o temperatură de utilizare a apei de 50—55°C reprezintă un necesar de căldură de circa 1600—1800 $\frac{\text{kcal}}{h \cdot \text{apart.}}$.

Acest necesar s-a considerat ca un maxim absolut, Q_{max}^{cons}, iar celelalte necesaruri de căldură, Q^{cons} s-au exprimat în funcţie de necesarul maxim, cu ajutorul relaţiei :

$$\alpha = \frac{Q^{cons}}{Q_{max}^{cons}}. \quad (1)$$

În afara acestui necesar maxim au apărut necesaruri mari de căldură, cu o frecvenţă de opt ori pe lună (de două ori pe săptămînă), cu o durată tot de circa 3 1/2 ore, corespunzînd, în marea majoritate a cazurilor, consumului de sîmbătă seara şi încă în una din serile săptămînii (frecvent miercuri) de la ora 19,00 la 22,30. Valoarea corespunzătoare a debitului de apă a fost găsită de 34 $\frac{l}{h \cdot \text{apart}}$ reprezentînd un necesar de căldură de circa 1350—1500 $\frac{\text{kcal}}{h \cdot \text{apart,}}$ care dă, în medie, pentru

$$\alpha = \frac{Q^{cons}}{Q_{max}^{cons}} = \frac{1350 + 1500}{2} : \frac{1600 + 1800}{2} = \frac{1425}{1700} \cong 0{,}85.$$

În mod similar, s-a găsit pentru celelalte seri ale săptămînii, adică cu o frecvenţă de 16 ori pe lună (4 ori pe săptămînă : luni, marţi, joi şi vineri), cu o durată tot de circa 3 1/2 ore, de la ora 19,00 la 22,30, un debit de 30 $\frac{l}{h \cdot \text{apart}}$, respectiv un necesar de căldură de 1200—1350 $\frac{\text{kcal}}{h \cdot \text{apart}}$ care dă, în medie, pentru α valoarea $\alpha \cong 0{,}75$.

În fine, s-a găsit pentru consumul de dimineaţă (în afară de duminică), adică cu o frecvenţă de 24 ori pe lună (6 ori pe săptămînă), cu o durată tot de circa 3 1/2 ore, de la ora 19,00 la 22,30 un debit de 26 $\frac{l}{h \cdot \text{apart}}$, respectiv un necesar de căldură de 1050—1200 $\frac{\text{kcal}}{h \cdot \text{apart}}$, care dă, în medie, pentru α valoarea $\alpha \cong 0{,}65$.

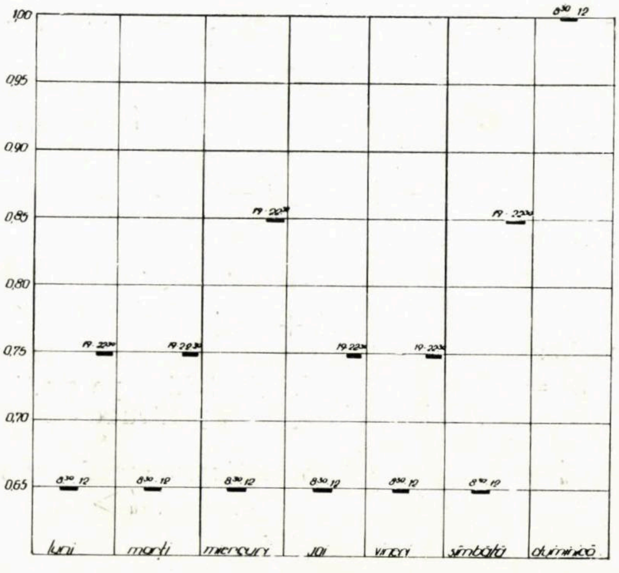


Fig. 1 — Vîrfurile de consum de apă caldă în decursul săptămînii

În figura 1 sînt date valorile pentru fiecare din aceste perioade de consum, rezultînd, totodată, plasarea şi durata perioadei respective.

Faţă de cele arătate, pentru analiza suprapunerilor necesităţilor de căldură se va admite următoarea frecvenţă a vîrfurilor de apă caldă de consum:

— în fiecare săptămînă, un număr de 13 perioade, de cîte 3 1/2 ore, în care $\alpha \geqslant 0,65$;

— în fiecare săptămînă, un număr de 7 perioade (din cele 13) de cîte 3 1/2 ore, în care $\alpha > 0,75$;

— în fiecare săptămînă, un număr de 3 perioade (din cele 13), de cîte 3 1/2 ore, în care $\alpha \geqslant 0,85$;

— în fiecare săptămînă, 1 perioadă (din cele 13), de 3 1/2 ore, în care $\alpha = 1,00$.

2. Variaţia necesarului de căldură pentru încălzirea clădirilor

În decursul efectuării măsurătorilor [1] au rezultat temperaturi mult diferite ale încăperilor, datorite unui reglaj necorespunzător al instalaţiilor de încălzire. Ţinînd seama de această constatare, aprecierea necesarului de căldură pentru încălzire, pe baza rezultatelor măsurătorilor efectuate asupra consumului de căldură pentru încălzirea clădirilor, ar duce la concluzii greşite.

În consecinţă, la întocmirea prezentei lucrări s-a admis ca necesar maxim de căldură pentru încălzire Q^{inc}_{max}, necesar calculat în conformitate cu prevederile din STAS 1907—68 [2].

Ca perioadă de frig excesiv în care instalaţia de încălzire este solicitată mai intens, s-a considerat intervalul de timp de la 1 decembrie pînă la 1 martie, adică circa 13 săptămîni. În decursul acestei perioade, în funcţie de variaţia condiţiilor exterioare de climă (viteza vîntului şi temperatura aerului exterior), apar o serie de variaţii ale necesarului de căldură pentru încălzirea clădirilor, la fiecare din valorile necesarului de căldură corespunzînd o anumită frecvenţă, determinată de frecvenţa de apariţie a condiţiilor de climă respectivă.

a. Variaţia necesarului de căldură în funcţie de vînt şi de temperatură

Pentru a analiza variaţia necesarului de căldură pentru încălzire, în funcţie de condiţiile exterioare de climă, s-a pornit de la relaţia:

$$Q^{inc} = (\Sigma\, mSk + il\, v^{4/3})\,(t_i - t_e). \qquad (2)$$

Pentru calculul lui Q^{inc}_{max}, drept condiţii de climă cele mai defavorabile s-au considerat, în prezenta lucrare, o temperatură exterioară de calcul, $t_e = -15°C$, concomitentă cu o viteză a vîntului, $v = 8$ m/s [4].

Pentru a stabili frecvenţa acestui necesar de căldură s-au analizat o serie de diagrame cu date meteorologice, indicînd frecvenţa mijlocie a vînturilor cu anumite viteze, pentru datele culese pe 20 ani [4], respectiv frecvenţa mijlocie a temperaturilor exterioare, pentru datele culese pe 60 de ani [5].

Astfel, pentru un vînt cu viteza mai mare sau cel puţin de 8 m/s (considerat la clădiri din oraş, ceea ce revine la 10 m/s, măsurat la staţia meteorologică din afara oraşului), a rezultat o frecvenţă mijlocie de 48 ore/an (pentru zona eoliană care a cuprins şi municipiul Bucureşti). La fel, pentru temperatura exterioară mai mică sau cel mult egală cu — 15°C a rezultat o frecvenţă mijlocie de 2 zile/an, adică tot 48 ore/an.

Concomitenţa celor două condiţii (viteza vîntului şi temperatura exterioară) nu va avea în nici un caz o frecvenţă mai mare decît cea corespunzătoare celei mai mici din frecvenţele fiecărei condiţii; în cazul de faţă ele fiind egale şi de 48 ore/an, frecvenţa mijlocie a necesarului de căldură maxim Q^{inc}_{max} va fi tot de 48 ore/an.

Necesarul de căldură Q^{inc}, pentru alte condiţii de climă (viteză a vîntului şi temperatură exterioară), poate fi

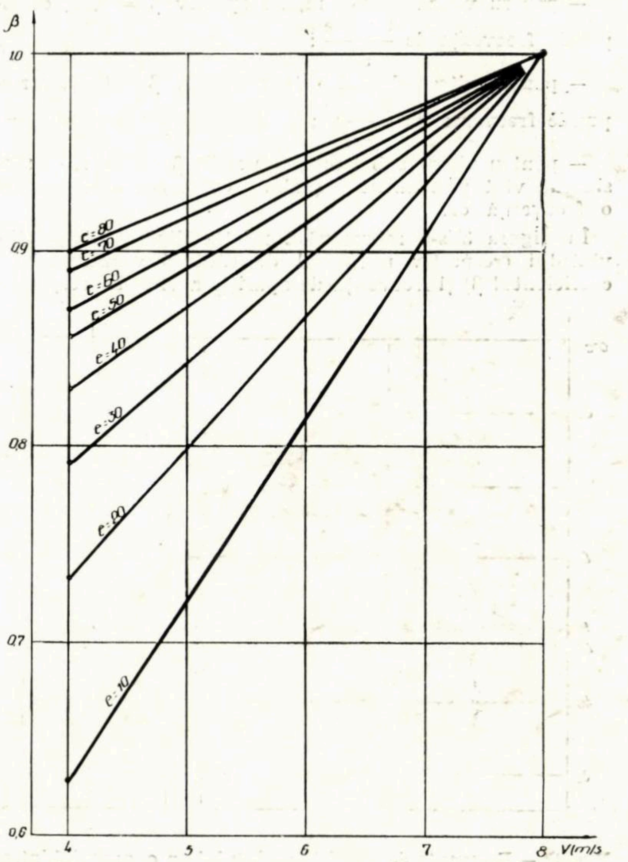


Fig. 2 — Valorile lui β, în funcţie de v şi e

definit, în funcţie de necesarul maxim de căldură, Q^{inc}_{max}, cu relaţia:

$$\beta = \frac{Q^{inc}}{Q^{inc}_{max}}. \qquad (3)$$

Pentru a ţine seama de variaţia vitezei vîntului, relaţia pentru determinarea necesarului de căldură pentru încălzire s-a pus sub forma:

$$Q^{inc} = il\left(\frac{\Sigma\, mSk}{il} + v^{4/3}\right)(t_i - t_e)$$

Notînd

$$e = \frac{\Sigma\, mSk}{il} \text{ (coeficient eolian)}$$

rezultă:

$$Q^{inc} = il\,(e + v^{4/3})\,(t_i - t_e).$$

În aceste condiţii se poate scrie, pentru diferite valori ale vitezei vîntului, cuprinse între 8m/s şi 4m/s:

$$\beta = \frac{Q^{inc}}{Q^{inc}_{max}} = \frac{Q_{4<v<8}}{Q_{v=8}} = \frac{e + v^{4/3}}{e + 8^{4/3}}. \qquad (4)$$

În figura 2 sînt reprezentate valorile lui β în funcţie de v, pentru valori ale lui e, cuprinse între 10 şi 80, rezultînd că pentru valorile curente ale lui e [4], cuprinse între 30 şi 40 şi pentru viteze de 4 m/s şi pînă la 8 m/s, β variază între 0,78 şi 1,00.

Din diagramele furnizate de meteorologi [4], rezultă că pentru anumite viteze ale vîntului (între 4 şi 8 m/s) şi pentru valorile respective ale lui β, calculate pentru o valoare medie a coeficientului eolian, $e = 30$, corespund următoarele frecvenţe [4]:

— pentru viteza de 6,2 m/s, respectiv $\beta = 0,90$, corespunde frecvența de $\frac{60 \text{ ore}}{\text{an}}$;

— pentru viteza de 4,2 m/s, respectiv $\beta = 0,80$, corespunde frecvența de $\frac{72 \text{ ore}}{\text{an}}$;

— pentru viteze sub 4 m/s, respectiv $\beta = 0,78$, s-a considerat vînt permanent (calm eolian) corespunzînd o frecvență ∞.

În figura 3 s-a reprezentat relația dintre intensitatea vîntului (respectiv necesarul de căldură exprimat prin coeficientul β) și frecvența de apariție a vîntului respectiv.

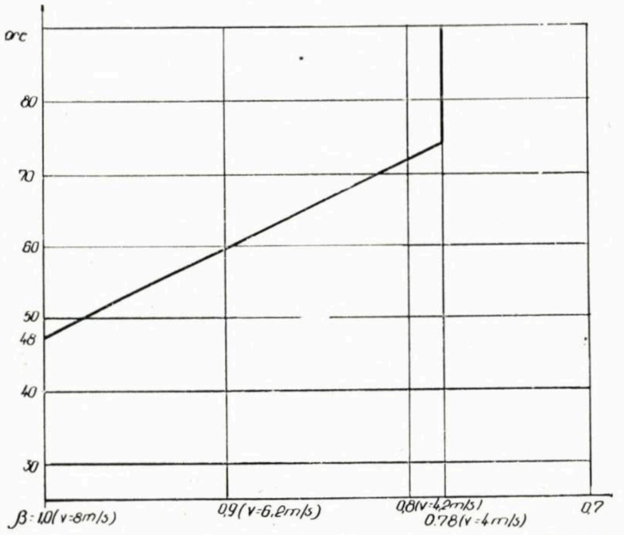


Fig. 3 — Frecvența de apariție a vîntului cu o anumită intensitate.

Pentru a ține seama de variația temperaturii exterioare s-a scris o relație similară:

$$\beta = \frac{Q^{inc}}{Q^{inc}_{max}} = \frac{t_i - t_e}{t_i - t_{e\,min}} = \frac{20 - t_e}{20 - (-15)} = \frac{20 - t_e}{35} \qquad (5)$$

În figura 4 este reprezentată relația dintre t_e și β, din care se pot citi valorile lui t_e, care corespund valorilor lui β, cuprinse între 1,00 și 0,70, și anume:

— pentru $t_e \cong -11°C$ corespunde $\beta = 0,90$;
— pentru $t_e \cong -8°C$ corespunde $\beta = 0,80$;
— pentru $t_e = -5°C$ corespunde $\beta = 0,70$.

Din diagramele furnizate de meteorologi [5] rezultă că pentru diferite valori ale aerului exterior (respectiv pentru valorile corespunzătoare ale lui β) valorile frecvențelor medii sînt:

— pentru $t_e = -11°C$, respectiv $\beta = 0,90$, frecvența este de 120 ore/an;

— pentru $t_e = -8°C$, respectiv $\beta = 0,80$, frecvența este de 288 ore/an;

— pentru $t_e = -5°C$, respectiv $\beta = 0,70$, frecvența este de 504 ore/an.

În figura 5 s-a reprezentat relația dintre temperatura aerului exterior (respectiv necesarul de căldură, exprimat prin coeficientul β) și frecvența de apariție a temperaturii respective.

În figura 6 s-au reprezentat curbele de variație a lui β de 1,00; 0,90; 0,80 și 0,70 în funcție de condițiile de climă, fiind indicate și frecvențele medii de apariție pentru fiecare din elementele perechii de condiții de climă.

În figura 7 s-au reprezentat valorile maxime ale frecvențelor pentru diferite valori ale lui β.

Trebuie făcută remarca asupra faptului că s-a pornit de la valori ale frecvențelor mijlocii pe un număr relativ mare de ani, fără o prelucrare statistică a unui număr mare de date, care să fi permis stabilirea dispersiei în jurul valorilor medii și probabilitatea încadrării într-un anumit domeniu în jurul valorii medii.

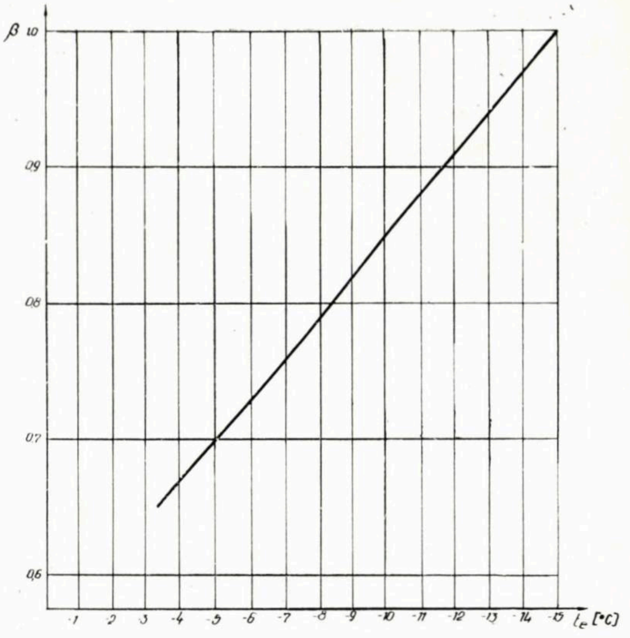


Fig. 4 — Valorile lui β în funcție de t_e

De aceea s-au admis următorii coeficienți de siguranță:

— pentru frecvența medie de 48 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, un coeficient de siguranță de 3,0 rezultînd 144 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$;

— pentru frecvența medie de 55 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, un coeficient de siguranță de 2,9 rezultînd 155 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$;

— pentru frecvența medie de 62 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, un coeficient de siguranță de 2,8 rezultînd 180 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$;

— pentru frecvența medie de 85 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, un coeficient de siguranță de 2,5 rezultînd 215 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$.

Evident că modul acesta de determinare a unor frecvențe acoperitoare, mai sigure, va trebui înlocuit, în eventuale studii ulterioare, printr-o frecvență stabilită pe baza prelucrării statistice de către meteorologi, a unor observații și măsurători efectuate special în acest scop. Stabilirea

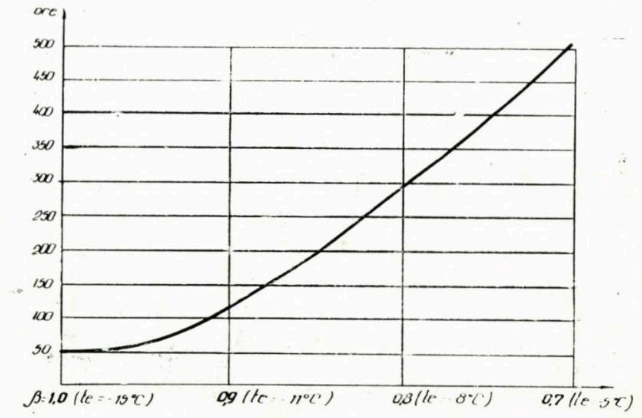


Fig. 5 — Frecvența de apariție a diferitelor temperaturi exterioare.

acestor date ar fi de o deosebită utilitate pentru dimensionarea corectă a instalaţiilor de încălzire şi pentru analiza funcţionării corespunzătoare a acestora.

În figura 8 s-au reprezentat valorile frecvenţelor care ţin seama de coeficienţii de siguranţă arătaţi, admise în calculele ulterioare pentru diferitele valori ale lui β.

Considerînd că cedarea de căldură de către instalaţia de încălzire se face în ultimă instanţă în funcţie de temperatura de ducere a agentului încălzitor şi că aceasta este fixată o dată la 12 ore, în funcţie de temperatura exterioară, se vor considera în perioada de frig excesiv, de 13 săptămîni, necesităţile de căldură, exprimate prin β, repartizate precum urmează :

— pentru $\beta = 1{,}00$, respectiv frecvenţa 144 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, cel mult 12 perioade de cîte 12 h ;

— pentru $\beta = 0{,}90$, respectiv frecvenţa 155 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, cel mult 13 perioade de cîte 12 h ;

— pentru $\beta = 0{,}80$, respectiv frecvenţa 180 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, cel mult 15 perioade de cîte 12 h ;

— pentru $\beta = 0{,}70$, respectiv frecvenţa 215 $\frac{\text{ore}}{\text{an}}$, cel mult 18 perioade de cîte 12 h·

Momentul efectuării reglajului s-a considerat ora 6,00, respectiv ora 18,00.

b. Variaţia necesarului de căldură pentru încălzire în decursul unei zile

În cele arătate pînă acum s-a considerat că necesarul de căldură pentru încălzire este constant într-o perioadă dată (de 12 ore).

În realitate, în decursul unei perioade de asemenea durată şi, mai evident, în decursul unei zile, necesarul de căldură pentru încălzire are variaţii importante, ca urmare a schimbării condiţiilor climatice (viteză a vîntului şi temperatură a aerului exterior), practic fiind necesar a se lua în considerare o valoare medie.

În figura 9 este dată variaţia vitezei vîntului în decursul unei zile, evidenţiindu-se un maxim în jurul orei 14,00 şi o scădere a valorii medii cu 2,5—3,0 m/s, faţă de valoarea maximă.

În figura 10 este dată variaţia temperaturii exterioare în decursul unei zile, evidenţiindu-se un minim în jurul orei 6,00 şi o creştere a valorii medii cu circa 4°C faţă de valoarea minimă.

Examinarea curbelor de variaţie din figurile 9 şi 10 arată, în general, şi o probabilitate a compensării necesităţilor maxime.

Considerînd că în orice caz apare efectul de mediere a temperaturilor exterioare, peste care se suprapune, parţial sau total, efectul de mediere a intensităţii vîntului, rezultă că se poate conta, pe întreaga durată a zilei, pe o micşorare a necesarului maxim de căldură pentru încălzire cu 12 — 25%, adică :

$$\beta' = \frac{Q^{inc}_{med}}{Q^{inc}_{max}} = 0{,}68 \div 075.$$

3. Raportul dintre necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum şi pentru încălzire

Ca urmare a raportului care există între suprafaţă locuibilă a apartamentelor, numărul de persoane din apartament şi necesităţile de căldură pentru prepararea apei calde de consum şi pentru încălzirea clădirilor, raportul dintre aceste două necesaruri de căldură se încadrează, în general, destul de bine în anumite limite.

Astfel, pentru apartamentele mari, cu o suprafaţă locuibilă medie de 30 m², valoarea medie a raportului pentru consumul de vîrf r este :

$$r = \frac{Q^{cons}_{max}}{Q^{inc}_{max}} = \frac{1700}{5000} \cong 0{,}33 \qquad (7)$$

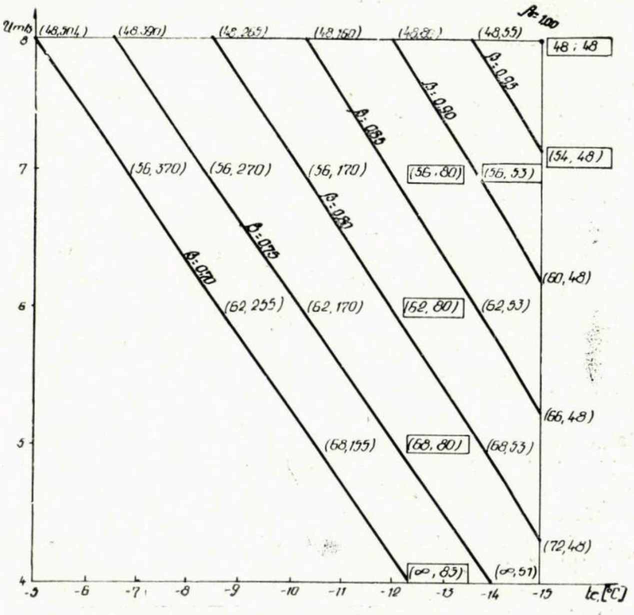


Fig. 6 — Valorile lui β, în funcţie de v şi t_e
Valorile din paranteze indică pe rînd frecvenţa orelor cu vînt sau temperatură, care conduc la valorile respective ale lui β ; valorile încadrate ▭ reprezintă valorile frecvenţelor luate în considerare (cele mai mari, adică cele mai defavorabile)

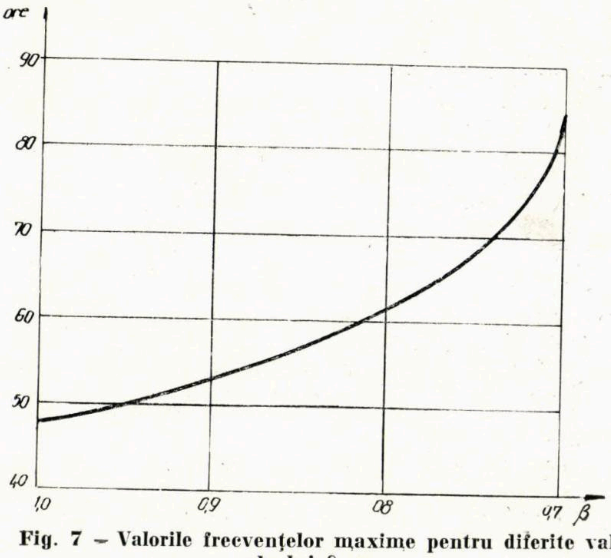


Fig. 7 — Valorile frecvenţelor maxime pentru diferite valori ale lui β

considerîndu-se deci o variaţie a lui r între 0,30 şi 0,40.

Pentru apartamentele mici, cu o suprafaţă locuibilă medie pînă la 20 m², valoarea medie a raportului este :

$$r = \frac{Q^{cons}_{max}}{Q^{inc}_{max}} = \frac{1075}{2250} \cong 0{,}48 \qquad (7')$$

considerîndu-se deci o variaţie a lui r între 0,40 şi 0,50.

În mod similar, se pot obţine valori ale raportului pentru consumurile medii r', adică

— pentru apartamentele mari :

$$r' = \frac{Q^{cons}_{med}}{Q^{inc}_{max}} = \frac{875}{5000} \cong 0{,}17 \qquad (8)$$

— pentru apartamentele mici :

$$r' = \frac{Q^{cons}_{med}}{Q^{inc}_{max}} = \frac{437}{2250} \cong 0{,}19 \qquad (8')$$

putîndu-se considera deci o variaţie a lui r' între 0,15 şi 0,20.

4. Suprapunerea necesităților de căldură în diferitele situații de funcționare

a. Suprapunerea necesităților de căldură în perioade de vîrf de consum

Dacă se notează cu a numărul perioadelor de cîte 12 ore la începutul cărora se face reglajul instalației, și cu b, numărul de perioade de cîte 12 ore, pentru care se cere un anumit necesar de căldură, caracterizat prin valoarea β, aceste b perioade pot fi plasate în diferite moduri, numărul total de așezări posibile fiind C_a^b.

Se notează cu c numărul vîrfurilor pentru apa caldă de consum, caracterizate printr-o valoare α. Numărul de moduri în care se pot plasa cele b perioade, pentru ca l dintre ele să coincidă cu l din cele c vîrfuri de consum, se determină precum urmează [7], [8]:

Numărul de l vîrfuri (care coincid în timp) din cele c vîrfuri pentru apa caldă de consum se pot așeza într-un număr de moduri egal cu C_c^l; pentru fiecare mod de așezare (cu coincidența a l), celelalte $(b - l)$ perioade cu necesar de căldură pot fi așezate în cele $(a - c)$ perioade de cîte 12 ore într-un număr de moduri egal cu C_{a-c}^{b-l}.

Deci numărul de cazuri favorabile pentru l coincidențe va fi $C_c^l\ C_{a-c}^{b-l}$.

Deci probabilitatea producerii a l coincidențe este:

$$P_l = \frac{C_c^l\ C_{a-c}^{b-l}}{C_a^b} \tag{9}$$

Repartiția numărului de coincidențe este deci hipergeometrică. Cu această relație se poate calcula probabilitatea apariției unui număr de coincidențe l $[0 \leqslant l \leqslant \min(b, c)]$, pentru fiecare din perechile de valori ale necesarului de căldură caracterizat prin α și β.

Determinarea probabilității fiecărei coincidențe comportă o serie de calcule numeroase și cu valori mari, iar utilizarea unor formule aproximative* încă nu simplifică suficient calculele, iar unele nu dau nici precizii satisfăcătoare.

De altfel determinarea probabilității apariției fiecărui număr de coincidențe l nu este o valoare deosebit de interesantă, fiind mai indicat a calcula valoarea medie a numărului de coincidențe, care poate fi luată în considerare pentru aprecierea modului general de producere a coincidențelor.

Valoarea medie $\bar{l}$ este dată de relația:

$$\bar{l} = \sum_{l=0}^{l=\min(b,c)} l P_l = \sum_{l=0}^{l=\min(b,c)} l \frac{C_c^l\ C_{a-c}^{b-l}}{C_a^b} = \frac{bc}{a}. \tag{10}$$

În continuare se poate determina și durata medie totală a timpului de coincidență $\bar{T}$, cu relația:

$$\bar{T} = \bar{l} \cdot t \tag{11}$$

în care t este durata unei perioade de coincidență (în cazul studiat 3 1/2 ore).

În continuare, se poate calcula dispersia în jurul valorii medii, operație care ar fi justificată, în cazul în care și pentru celelalte valori luate în considerare (frecvențe, consumuri) s-ar fi efectuat aceleași calcule.

---

* $C_m^n = \dfrac{m!}{n!\,(m-n)!} = \dfrac{m^m}{n^n\,(m-n)^{m-n}}$ – relația este valabilă pentru valori mari ale lui m și n. Formula lui Stirling:

$$n! = \sqrt{2\pi}\ n^n \sqrt{n}\ exp\,(-n)$$

comportă încă o serie de calcule laborioase.

Folosind relația de mai sus s-a calculat valoarea medie a numărului de coincidențe, pentru diferitele perechi de valori α și β, aceste valori fiind date în tabela 1.

Pentru a s-a luat în considerare valoarea de $13 \times 2 \times \times 7 = 192$ perioade, pentru b — valorile de 12; 13; 15 și 18, iar pentru c — valorile de 1; 3; 7 și 13.

Tabela 1

Valorile lui l în funcție de α și β

β \ α	1,00	0,85	0,75	0,65
1,00	0,86	2,58	6,02	11,18
0,9	0,93	2,79	6,51	12,09
0,8	1,07	3,21	7,49	13,91
0,7	1,20	3,66	8,40	15,60

Din analiza rezultatelor cuprinse în tabela 1 se vede că numărul de coincidențe crește o dată cu scăderea lui α și β, ceea ce era de așteptat, ținînd seama de faptul că numărul de coincidențe crește o dată cu frecvența necesarurilor de căldură α și β.

Totodată se subliniază faptul că numărul de coincidențe produse pentru diferite valori ale lui α corespunde, pentru diferite momente ale săptămînii (de ex. $\alpha = 1{,}00$ — pentru duminică dimineața, $\alpha = 0{,}85$ — pentru duminică dimineața și serile de sîmbătă sau miercuri etc.).

Considerînd că în aceste perioade de coincidențe este satisfăcut, din întreaga capacitate a sursei, în primul rînd necesarul de căldură pentru prepararea apei calde, iar disponibilul rămas este afectat pentru încălzire, gradul de satisfacere p a necesarului de căldură pentru încălzire poate fi determinat precum urmează:

$$p = \frac{Q_{max}^{inc} - Q^{cons}}{Q^{inc}} = \frac{Q_{max}^{inc}}{Q^{inc}}\left(1 - \frac{Q^{cons}}{Q_{max}^{inc}}\right) =$$

$$= \frac{Q_{max}^{inc}}{Q^{inc}}\left(1 - \frac{Q^{cons}}{Q_{max}^{inc}} \cdot \frac{Q_{max}^{cons}}{Q_{max}^{cons}}\right) = \frac{1}{\beta}(1 - r\,\alpha) \tag{12}$$

În figura 11 valorile lui p pot fi citite cu ajutorul graficelor, pentru diferite perechi de valori α și β. Se remarcă faptul că pentru anumite perechi de valori α și β necesarul de căldură este asigurat în întregime.

b. Suprapunerea necesităților de căldură în perioada de consum mediu și redus

Din compensarea reducerilor la necesarul de căldură pentru încălzire cu necesarul pentru prepararea apei calde de consum rezultă încă un grad de satisfacere a necesarului de căldură pentru încălzire, p', care se poate determina cu relația:

$$p' = \frac{1}{\beta'}(1 - r') \tag{13}$$

Pentru valorile cele mai defavorabile $r' = 0{,}2$ și $\beta' = 0{,}88$ rezultă că p' nu va scădea sub 0,91.

5. Variația temperaturii interioare a încăperilor

Acoperirea în întregime a pierderilor de căldură ale încăperilor asigură menținerea unei temperaturi constante în încăpere, temperatură aleasă pentru realizarea unor condiții corespunzătoare de confort.

Dacă sursele de căldură amplasate în încăperi nu vor asigura acoperirea în întregime a pierderilor de căldură, se va produce o scădere a temperaturii interioare a încăperii [10].

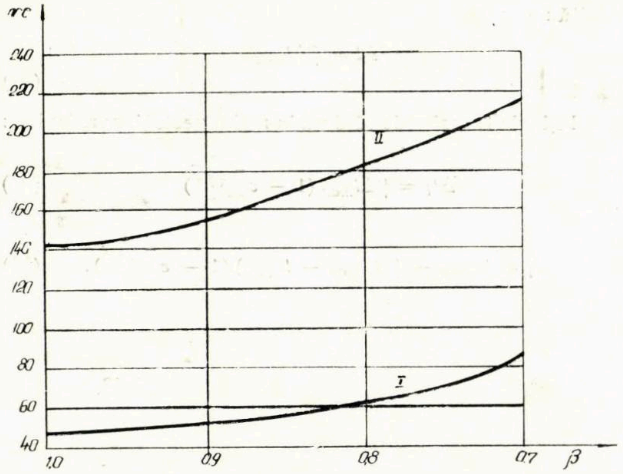


Fig. 8 — Valorile frecvenţelor, afectate de coeficienţi de siguranţă, pentru diferite valori ale lui β.
I — Curba frecvenţelor medii; II — Curba frecvenţelor acoperitoare.

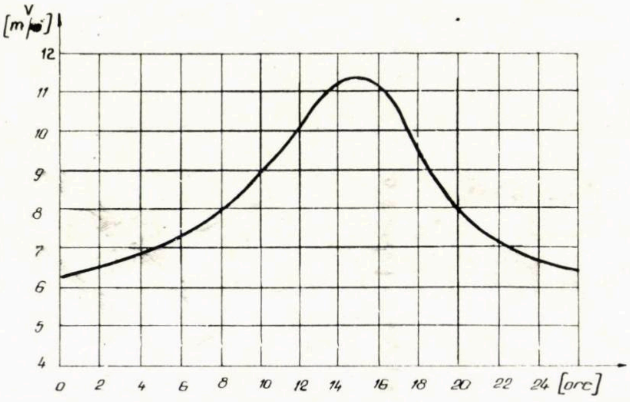


Fig. 9 — Variaţia vitezei vîntului în decursul unei zile

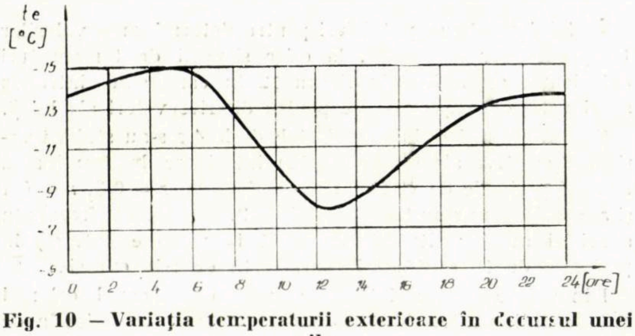


Fig. 10 — Variaţia temperaturii exterioare în decursul unei zile

a. Calculul temperaturii interioare a încăperilor în regim variabil

Variaţiile temperaturii aerului interior la acoperirea parţială a pierderilor de căldură pot fi determinate cu relaţiile:

$$\Delta t_i = \Delta t \left(1 - e^{-\frac{q}{\overline{w}}\tau}\right)$$

$$t_i = t_{i\,max} - (t_{i\,max} - t_e)\left(1 - e^{-\frac{q}{\overline{w}}\tau}\right). \qquad (15)$$

Pentru folosirea acestor relaţii se precizează notaţiile şi modul de determinare a următoarelor mărimi:

— t_i — temperatura interioară a încăperii, în °C;

— $t_{i\,max}$ — temperatura interioară, în regim constant, asigurată de instalaţia de încălzire, în °C;

— Δt — diferenţa dintre temperatura interioară, în regim constant, asigurată de instalaţia de încălzire şi temperatura exterioară, în °C;

— Δt_i — variaţia temperaturii interioare, în °C;

— q_{max} — pierderea specifică a încăperii, în kcal/h grd, care se determină cu relaţia

$$q_{max} = (1 + A_0)(kF + k_F F_F) + F_F k_{conv} + \xi V c_a; \qquad (16)$$

— A_0 — adaosul la pierderile de căldură, datorită orientării;

— F — suprafaţa peretelui exterior, în m²;

— k — coeficientul global de transfer al căldurii al peretelui exterior, în $\dfrac{\text{kcal}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$;

— F_F — suprafaţa ferestrei, în m²;

— k_F — coeficientul global de transfer al căldurii prin fereastră, în $\dfrac{\text{kcal}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$;

— k_{conv} — coeficientul convenţional de transfer al căldurii ferestrei exterioare, ca urmare a infiltraţiei de aer, în $\dfrac{\text{kcal}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$;

— V — volumul încăperii, în m³;

— c_a — căldura specifică a aerului, în $\dfrac{\text{kcal}}{\text{m}^3\,\text{grd}}$ $\left(c_a \cong 0{,}31 \dfrac{\text{kcal}}{\text{m}^3\,\text{grd}}\right)$;

— ξ — numărul schimburilor de aer pe oră ($\xi \cong 1$);

— τ — durata funcţionării în regim nestaţionar, în h;

— $\overline{w}$ — capacitatea de acumulare a căldurii de către încăpere, în kcal/grd, care se determină cu relaţia:

$$\overline{w} = \frac{1}{2} w_i + m w_e = \frac{1}{2} \sum F_i \sum d_i \rho_i c_i + m \sum F_e \sum d_e \rho_e c_e;$$

— w_i — capacitatea de acumulare a căldurii de către elementele interioare de construcţii (pereţi interiori, planşee şi pardoseli etc.), în kcal/grd;

— w_e — capacitatea de acumulare a căldurii de către elementele exterioare de construcţii (pereţi exteriori, acoperişuri etc.) în kcal/grd;

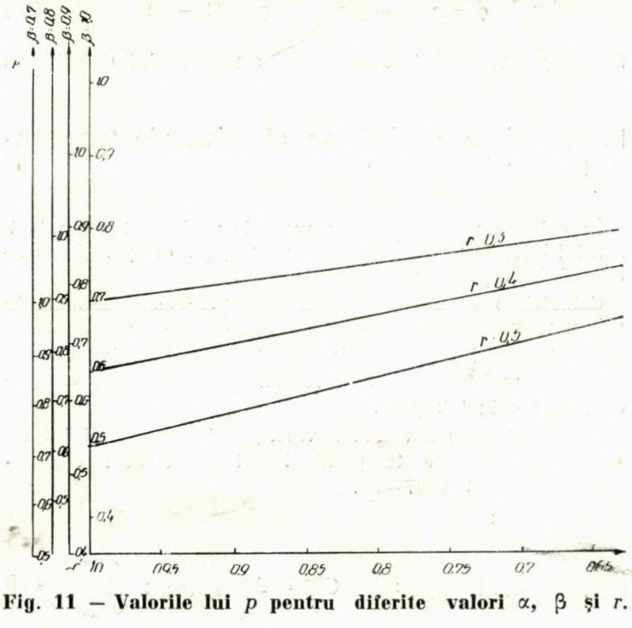


Fig. 11 — Valorile lui p pentru diferite valori α, β şi r.

m — coeficientul de corecţie aplicat capacităţii de acumulare a căldurii de către elementele de construcţii exterioare, care se determină cu relaţia:

$$m = \frac{1}{2}\left[1 - k\left(\frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e}\right)\right]; \qquad (17)$$

— d, q, c — reprezintă grosimea, densitatea şi căldura specifică a materialelor care alcătuiesc straturile componente ale elementelor de construcţii, indicii i referindu-se la elementele interioare şi indicii e la elementele exterioare.

rezultă:

$$\Delta t = \beta \Delta t_{max} \qquad (19)$$

iar relaţia de transfer de căldură în regim nestaţionar devine:

$$\Delta t_i = \beta \Delta t_{max}\,(1 - e^{-\frac{q}{w}\tau}) \qquad (20)$$

şi

$$t_i = t_{i\,max} - \beta(t_{i\,max} - t_{e\,min})\,(1 - e^{-\frac{q}{w}\tau}). \qquad (21)$$

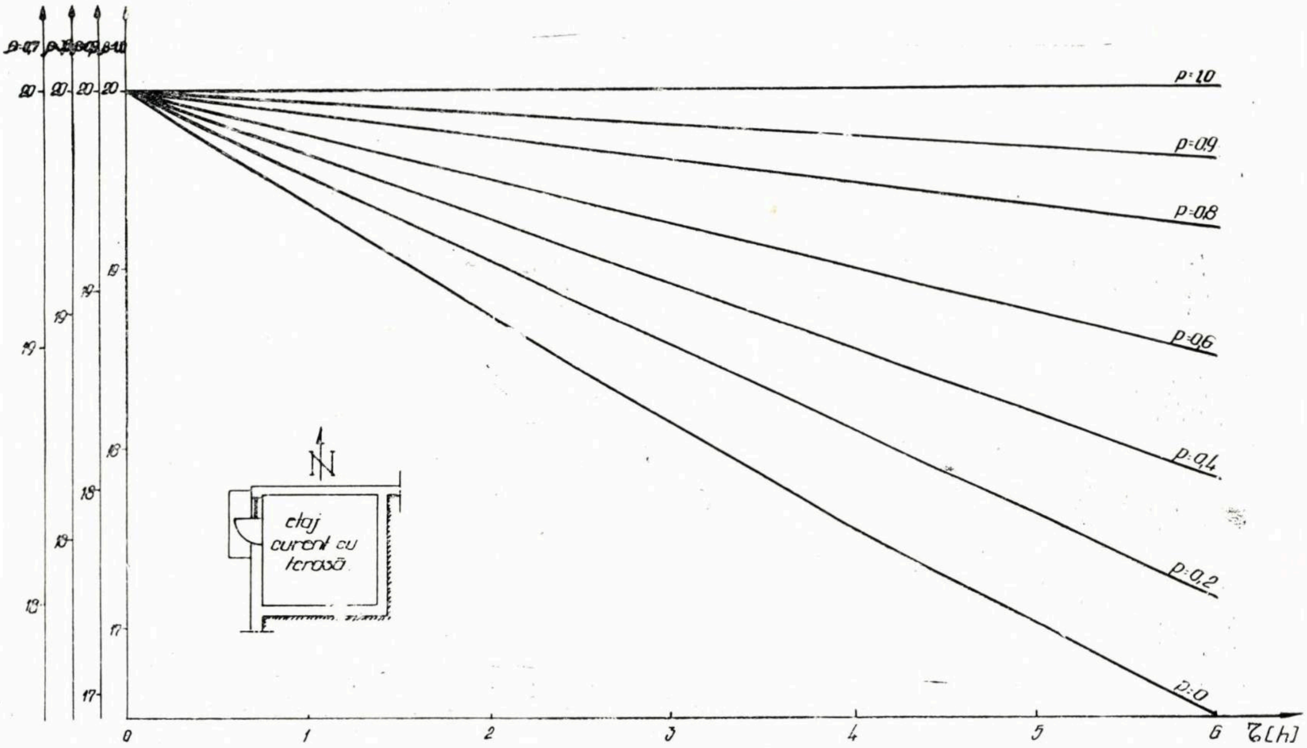


Fig. 12 — Variaţia temperaturii interioare pentru diferite valori ale lui p şi β

În cazul satisfacerii parţiale a necesităţilor de căldură ale încăperilor respective, q, pierderea specifică de căldură a încăperii, este dată de relaţia:

$$q = q_{max} - p\,q_{max} = q_{max}(1 - p) \qquad (18)$$

în care p este gradul de satisfacere a necesarului de căldură.

b. Stabilirea variaţiilor efective ale temperaturilor interioare

În cele ce urmează se va urmări variaţia temperaturii aerului interior pentru o cameră de colţ (cu doi pereţi exteriori) şi la ultimul nivel (cu terasă).

Calculele s-au efectuat pentru temperaturile indicate în STAS 1907—68, rezultatele fiind date în graficul din figura 12 pentru un interval de timp de 24 ore şi pentru diferite grade de satisfacere a necesarului de încălzire ($p = 1, 0$; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 şi 0).

De asemenea s-a urmărit variaţia temperaturii interioare şi pentru alte temperaturi exterioare decît cele indicate în STAS 1907—68.

Cu notaţiile:

$$Q^{inc}_{max} = \Delta t_{max}\,q_{specific}\,; \qquad Q^{inc} = \Delta t\ q_{specific}\,; \qquad \frac{Q^{inc}}{Q^{inc}_{max}} = \beta$$

În felul acesta se pot folosi pentru determinarea valorilor temperaturilor interioare, la orice situaţii de temperaturi exterioare, graficele din figura 12 în care s-au introdus scări verticale suplimentare pentru diferite valori ale lui β.

Cu aceste grafice şi cu rezultatele de la 4.a s-au stabilit variaţiile efective ale temperaturilor interioare la terminarea fiecărei perioade de vîrf de consum (pentru $r = 0{,}3$, $r = 0{,}4$ şi $r = 0{,}5$), care s-au trecut în tabela 2, dîndu-se şi frecvenţa apariţiei acestor situaţii (rotunjită la numere întregi) în perioada de 13 săptămîni considerată de frig excesiv.

Din aceste grafice şi tabele se vede că în cazul cel mai defavorabil, pentru funcţionarea de durată în perioada de consum mediu a unui $p' = 0{,}91$, pentru o perioadă de 24 ore, Δt_i nu depăşeşte 1,3°C.

În consecinţă, ambele situaţii de satisfacere parţială a necesităţilor de căldură pentru încălzire nu afectează într-o măsură sensibilă gradul de confort din încăperi.

6. Concluzii

Din cele arătate în prezenta lucrare rezultă că pentru condiţiile uzuale de lucru ale instalaţiilor de preparare a apei calde şi pentru încălzirea clădirilor de locuit este pe deplin justificată dimensionarea sursei de căldură, a conductelor principale şi a unor elemente auxiliare de producere a căldurii numai pentru sarcina de încălzire.

Tabela 2

Variaţia temperaturii interioare şi frecvenţa de apariţie a acestei situaţii

α	1,00				0,85				0,75				0,65			
	Număr	r 0,3	r 0,4	r 0,5	Număr	r 0,3	r 0,4	r 0,5	Număr	r 0,3	r 0,4	r 0,5	Număr	r 0,3	r 0,4	r 0,5
1,0	1	0,70	0,90	1,10	3	0,55	0,72	0,90	6	0,52	0,68	0,85	11	0,45	0,60	0,75
0,9	1	0,46	0,68	0,90	3	0,38	0,54	0,70	7	0,35	0,46	0,57	12	0,28	0,38	0,48
0,8	1	0,28	0,39	0,50	3	0,22	0,38	0,54	7	0,17	0,28	0,40	14	0,00	0,22	0,32
0,7	1	0,00	0,30	0,40	4	0,00	0,11	0,30	8	0,00	0,00	0,20	16	0,00	0,00	0,10

Bibliografie

[1] *Măsurători asupra necesarului de căldură în clădiri de locuit* — Studii INCERC — 1968; 1969; 1970
[2] STAS 1907—68
[3] STAS 1478—67
[4] *Memoriu de prezentare pentru STAS 1907-68* — arhiva INCERC
[5] *Studiul asupra necesarului de căldură pentru încălzire*
[6] Buletin Inst. Meteorologic Central
[7] HAN G.; SHAPIRA S.: *Statistical Models in Engineering* John Wiley a. Sons, New York, 1967
[8] IOSIFESCU N. ş.a.: *Teoria probabilităţilor şi statistica matematică*. Bucureşti, Editura tehnică, 1966
[9] DIMITRIU — VÎLCEA E.: *Indrumător pentru proiectarea şi încercarea izolării termice şi fonice în construcţii.* Bucureşti, Editura tehnică, 1968.

Influenţa variaţiei parametrilor condiţiilor de lucru asupra costului unitar al lucrărilor de construcţii mecanizate sau executate prin procedee tehnologice noi

(urmare din pagina 43)

grad sporit de mobilitate, pentru o valoare

$$(C_1 - C_1') + C_2(t - t') + \left(C_3 - C_3'\frac{t'\omega'}{t\omega}\right) tz\omega + \left(C_4 - C_4'\frac{p}{p'}\right) tz\omega k = 1000 \text{ lei.}$$

Se vede astfel că *în cazul unor valori convenţionale $t' = 0,5$ ani şi $(\alpha + \rho) = 0,2$ se poate cheltui în mod eficient, pentru mărirea mobilităţii şi autonomiei unui mijloc, pînă la de 10 ori valoarea economisită la un singur şantier prin reducerea costurilor de amenajare a amplasamentului, de montare, de demontare şi de transport, prin reducerea duratei de imobilizare pentru montare, demontare şi transport, ca şi a cheltuielilor de deservire.*

Interesant este însă că şi în cazul unor durate de imobilizare relativ mari ($t' = 2 \ldots 3$ ani) mărirea mobilităţii unui mijloc rămîne eficientă, deşi se poate cheltui pînă la de două ori valoarea economisită pe un singur şantier.

Dacă se are în vedere că în toată viaţa lui un asemenea mijloc poate lucra pe mai multe şantiere — uneori cîteva zeci de şantiere — rezultă că eficienţa economică creşte de tot atîtea ori.

Considerăm că prin succinta prezentare a metodologiei propuse pentru determinarea costului unitar al lucrărilor mecanizate sau executate prin procedee tehnologice noi am reuşit să convingem de simplitatea aplicării ei şi, în acelaşi timp, prin cîteva exemplificări din final, de utilitatea folosirii ei pentru diferite analize economice. Un rezultat nu mai puţin important care, de fapt, a constituit iniţial chiar mobilul elaborării metodologiei însăşi, îl considerăm a fi evidenţierea deosebitei eficienţe economice a măririi mobilităţii şi, implicit, a complexităţii maşinilor de construcţii, fenomen natural, am putea spune, dacă se are în vedere caracterul fix al produsului în construcţii.

DURABILITATEA CONSTRUCȚIILOR DE BETON PRECOMPRIMAT

Rezultatele unei anchete internaționale

Ing. N. LIȚĂ
Institutul proiectări transporturi

În ultimele două decenii, betonul precomprimat a cunoscut o largă aplicare la construcțiile de poduri, construcțiile industriale și civile, hidrotehnice, canalizări etc. datorită avantajelor tehnicoeconomice și siguranței pe care acestea le prezintă față de betonul armat.

Perfecționarea tehnicii precomprimării și îmbunătățirea calității construcțiilor de beton precomprimat a constituit o preocupare continuă a proiectanților și constructorilor, în vederea eliminării accidentelor sau a degradărilor la acest gen de lucrări.

Pentru a se putea aprecia gradul de siguranță în serviciu și durabilitatea stucturilor de beton precomprimat, Federația Internațională a Precomprimării a organizat o amplă anchetă în anul 1967, la care au contribuit numeroase țări, arătînd defecțiunile și accidentele produse la construcțiile precomprimate și în unele cazuri, măsurile necesare eliminării acestor defecțiuni*.

Rapoartele prezentate cu ocazia anchetei sînt voluminoase. Astfel, numai raportul S.U.A. conține cca 400 pagini.

Defecțiunile sau accidentele pot apărea în timpul execuției lucrării datorită unor asamblări necorespunzătoare, unor eforturi unitare prea mari, sau în timpul exploatării, ca urmare a unor greșeli de concepție, a neglijării conditiilor mediului ambiant, care pot produce corodarea oțelului, degradarea betonului etc.

Conform raportului S.U.A., din cele 13 000 de poduri din beton precomprimat numai 884 au armătura postîntinsă, iar din acestea, la 77 poduri, cablurile s-au lăsat neinjectate.

La cîteva din podurile cu armătura postîntinsă s-au semnalat urme vizibile de rugină la cabluri și, în special, la tablierele la care s-a infiltrat apa prin canale.

Ruperi de cabluri s-au produs la un pod flotant pe pontoane, de cca 1950 m lungime, la care cablurile au fost prevăzute în exteriorul construcției, iar protecția împotriva coroziunii s-a făcut numai cu un strat de bitum. S-a apreciat că cedarea cablurilor se datorește atît corodării lor, cît și fenomenului de oboseală apărut în urmă solicitărilor produse de maree, a cărei amplitudine este de 5,50 m.

În Canada, unde temperaturile sînt foarte scăzute în timpul iernii, folosirea excesivă a clorurii de calciu ca antigel a antrenat formarea de medii deosebit de corosive, producînd ruperi de cabluri la cca 1 % din podurile construite.

Se apreciază că procesul de deteriorare a betonului precomprimat la poduri se manifestă prin alterarea calităților mecanice ale betonului, sporirea permeabilității și alterarea chimică a betonului care reduce acțiunea anticorosivă a acestuia.

O parte din defecțiuni se datoresc folosirii de agregate nespălate, depozitării și manipulării necorespunzătoare a cablurilor. S-a apreciat că cca 50 % din stricăciunile minore apar în urma unor lipsuri ca: asamblări defectuoase, solicitări și deformatii produse de variații de temperatură, contracție și curgere lentă etc.

În Japonia nu s-a semnalat nici o distrugere de lucrări din beton precomprimat.

Raportul Japoniei prezintă interes în special pentru analiza avariilor provocate de mișcările seismice importante, și anume:

— sfărîmări ale extremităților grinzilor;

— fisuri verticale și orizontale în zona reazemelor la pile și culee, cînd mișcarea grinzilor este împiedicată de piese metalice care lucrează la forfecare;

— deplasări ale reazemelor grinzilor pe console Gerber;

— tasări ale reazeemlor cu fundații pe nisip și mîl.

În Marea Britanie s-au înregistrat defecțiuni la 120 de lucrări (din totalul de 4 300), repartizate astfel:

— 5 cazuri de coroziune a armăturii pretensionate la rezervoare insuficient protejate;

— 50 de cazuri de rupere de ancoraje datorită secțiunilor prea slabe;

— 10 cazuri de ruperi de plăci sau de inimi ale unor grinzi de beton precomprimat la care eforturile unitare de compresiune, întindere sau de lunecare au fost prea mari;

— 25 de cazuri de ruperi de cabluri în timpul tensionării, fără a putea fi înlocuite;

— 10 cazuri de coroziune a oțelului datorită unor injectări incomplete sau de proastă calitate a cablurilor;

— 20 de cazuri la care surplusul de apă din canalele injectate a înghețat, producînd fisuri și crăpături în beton.

Raportul Franței prezintă următoarele cazuri mai interesante:

La cîteva poduri cu deschideri mari au apărut deformații importante din curgerea lentă și contracția betonului.

S-au semnalat fisuri ale plăcilor la poduri cu grinzi independente sau continue avînd deschideri medii.

Pe baza unor cercetări vizuale atente, completate cu examinare pe bază de ultrasunete și respectiv prin gammagrafie pentru un caz, s-au putut determina următoarele cauze ale defecțiunilor la 9 poduri;

— precomprimarea prematură a betonului sau compresiune excesivă a betonului la precomprimare;

— deformații ale cofrajelor;

— calitate proastă a betonului;

— defecte locale ca: beton uscat, vibrare insuficientă, rosturi de betonare netratate;

— calitate mediocră a cimentului;

— agregate improprii sau granulometrii necorespunzătoare.

Trei poduri cu deschidere de 20 m, cu fisuri pronunțate, au fost scoase din serviciu. Acestea au avut cabluri rupte

---

* *V. și „Construcții și materiale de construcție", nr. 11/1970, p. 621*

datorită coroziunii, constatîndu-se de asemenea circulația apei în lungul cablurilor, în unele locuri apărînd picături de apă, în special după ploaie.

La un pod a apărut o fisură longitudinală la 5 ani după darea în circulație, în dreptul pachetului de cabluri, în talpa inferioară. Această fisură este mai difuză la extremitățile grinzii. Alte fisuri prezintă eflorescențe de hidroxid de calciu.

Pentru acest pod s-au reinjectat cablurile cu rășină epoxidică, s-a asigurat etanșeitatea căii și a trotuarelor și s-au colmatat fisurile cu rășină.

Defecțiuni mai importante s-au înregistrat la un pod construit în anul 1960, alcătuit din 3 deschideri de 30,00 m cu 4 grinzi de 1,50 m înălțime, în secțiune transversală. Astfel, o fisură longitudinală cu eflorescențe de hidroxid de calciu a apărut la fața inferioară a grinzilor, fiind mai vizibilă în zona cablurilor, iar altă fisură longitudinală s-a produs în inima grinzilor.

S-a considerat că aceste fisuri se datoresc injectării insuficiente, fenomenului de îngheț al apei în exces și numărului redus de armături longitudinale în talpa și în inima grinzilor. Podul a fost înlocuit.

Raportul R.F.G. apreciază că procentul podurilor precomprimate la care apar defecțiuni este de ordinul a 1%, iar al celor la care se produc accidente este foarte redus.

Se remarcă faptul că în toate cazurile este posibil să se evite sau să se remedieze la timp defecțiunile structurilor precomprimate.

Conform raportului R.F.G., cauzele care produc stricăciuni construcțiilor precomprimate se pot clasifica astfel:

1. Defecțiuni ale oțelului.
2. Folosirea cimenturilor aluminoase, care au fost interzise în Germania după anul 1962.
3. Întrebuințarea clorurilor în ciment și în beton.
4. Grosime prea mică a stratului de acoperire a oțelului.
5. Injectare defectuoasă a cablurilor.
6. Greșeli de calcul, prin neluarea în considerație în mod corect a eforturilor de torsiune, a efectelor precomprimării, a momentelor produse de sarcinile exterioare, a eforturilor unitare care apar în timpul punerii în tensiune a oțelurilor și în timpul montajului, a efectelor contracției și curgerii lente a betonului, a pierderilor de tensiune în oțel (fig. 1 și 2).

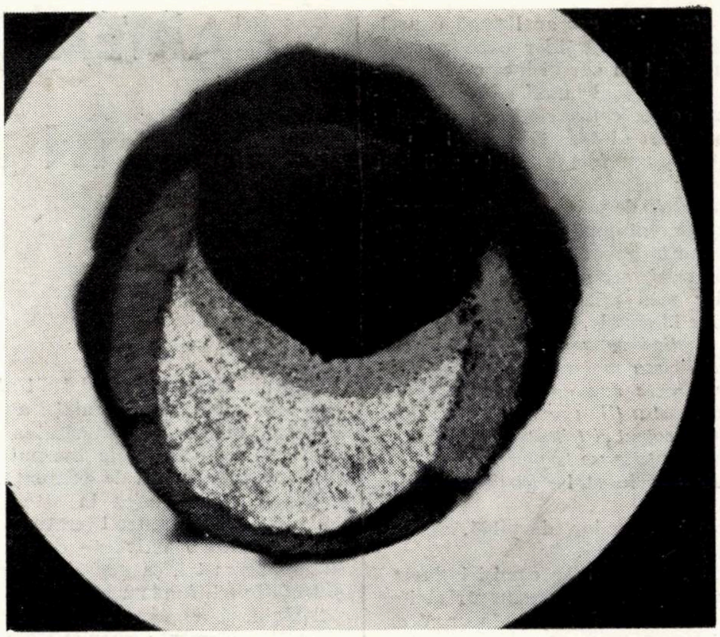


Fig. 2 – Ruperea prin coroziune a unei bare pretensionate

Raportorii sovietici atrag atenția, în plus, asupra următoarelor cauze provocatoare de defecțiuni:

1. *Erori de concepție* privind:
— aprecierea necorectă a condițiilor climatice și a agresivității mediului ambiant;
— importanța sarcinilor;
— alegerea tipului de armături.

2. *Nerespectarea recomandărilor privind execuția lucrărilor* ca:
— depășirea procentului limită de 3% impurități la nisip prevăzut de GOST;
— depășirea procentului limită de 1% impurități la agregate grosiere;
— folosirea de cimenturi de calități variabile, provenite de la diferite fabrici de ciment sau conținînd diferite adaosuri;
— folosirea de oțeluri corodate;
— determinarea pe cale teoretică a granulometriei betoanelor, fără a ține seamă de calitatea materialelor și fără încercări preliminare;
— lipsa de uniformitate a calității barelor.

În U.R.S.S. se semnalează cîteva accidente:

Astfel, grinzile unei travee de 17,40 m, cu cabluri injectate incomplet cu mortar de ciment, au prezentat fisuri longitudinale în dreptul cablurilor, cu deformații foarte mari și fisuri în zona întinsă. Sondajele efectuate au găsit cabluri puternic corodate în locurile unde lipsea mortarul și cabluri în stare bună în zonele în care mortarul era compact.

La o grindă tronsonată de 21 m deschidere, mortarul pentru matarea rosturilor s-a confecționat cu 5% adaos de clorură de calciu. Analiza chimică a mortarului a relevat prezența de ioni de clor în stare liberă, care au provocat o coroziune puternică a oțelului, urmată de ruperea grinzii.

În Polonia au avut loc de asemenea cîteva accidente.

Astfel, o grindă tronsonată, la care mortarul de matare într-un rost nu a fost compact, după 9 ani de serviciu s-a rupt brusc, prin cedarea cablurilor corodate în zona rostului, ca urmare a pătrunderii apei.

Datorită umidității excesive a betonului s-a produs coroziunea generalizată a armăturilor din talpa inferioară a unei ferme de 36 m, provocînd reducerea secțiunii armăturii și ruperea grinzii.

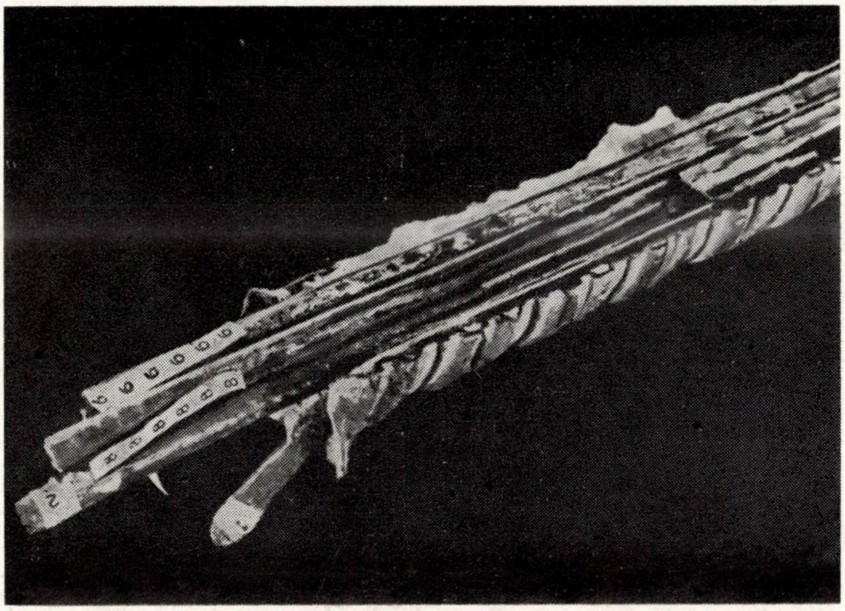


Fig. 1 – Formarea de rugină pe corzi pretensionate insuficient protejate prin injectare

Raportul cehoslovac analizează cauzele săgeţilor şi deformaţiilor excesive care s-au constatat în cursul încercărilor statice şi dinamice ale unui pod. Se apreciază că aceste cauze sînt următoarele:

— rosturile dintre tronsoanele prefabricate nu au fost umplute suficient cu mortar;

— aparatele de măsură pentru precomprimare au avut erori care depăşeau 20%;

— cablurile nu au fost injectate complet, datorită strangulării lor în zona rosturilor prin pătrunderea mortarului de matare în canale.

Din analiza rapoartelor naţionale s-a constatat că cea mai mare parte a defecţiunilor minore sau grave au apărut la primele construcţii precomprimate, cînd metodele de calcul şi tehnologia de execuţie nu erau complet puse la punct.

Numărul accidentelor grave este foarte mic.

În cazul podurilor, de pildă, acestea reprezintă cca 0,3%.

Conform concluziilor comisiei de anchetă, cauzele care au produs stricăciuni sau accidente pot fi grupate în următoarele trei categorii:

1. *Erori de concepţie sau de calcul*, ca:

— aprecierea eronată a condiţiilor în care va lucra construcţia şi a importanţei solicitărilor (vînt, temperatură, agresivitatea mediului ambiant, gradul de securitate, fenomene electrochimice, curenţi vagabonzi);

— subevaluarea sarcinilor;

— subevaluarea pierderilor de tensiune.

2. *Greşeli de execuţie*:

— folosire de agregate nespălate, cu procent mare de impurităţi;

— condiţii defectuoase de transport şi de depozitare a materialelor (agregate, ciment, oţel etc.);

— calitate necorespunzătoare a betoanelor;

— folosirea clorurii de calciu sau a cimentului aluminos;

— execuţia necorespunzătoare a rosturilor dintre tronsoanele prefabricate;

— armare insuficientă a zonelor de ancoraj;

— protecţia insuficientă a oţelului împotriva coroziunii produsă ca urmare a existenţei în beton de cloruri, sulfuri, sulfiţi, nitraţi, datorită fisurării betonului, a injecţiei necomplete a canalelor etc.

3. *Accidente apărute în timpul exploatării*:

— cutremure de pămînt;

— inundaţii catastrofale;

— şocuri primite din partea navelor, vehiculelor etc.

Ancheta făcută a ajuns la concluzia că în prezent durabilitatea betonului precomprimat este asigurată în condiţii mult mai bune decît în trecut, datorită punerii la punct a metodelor de calcul şi a măsurilor de îmbunătăţire a calităţii lucrărilor de execuţie.

Se precizează că lucrările din beton precomprimat necesită folosirea unui personal tehnic cu calificare ridicată şi materiale de calitate superioară.

De asemenea, a rezultat şi necesitatea efectuării de verificări ale lucrărilor atît în timpul execuţiei, cît şi după darea în exploatare, pentru a se face din timp remedierile necesare.

CARTEA DE CONSTRUCŢII ÎN ANUL 1971

Planul editorial pe anul 1971 al redacţiei de construcţii şi instalaţii a Editurii Tehnice manifestă maturitatea acestei instituţii de cultură, la începutul celui de-al treilea deceniu de existenţă.

Poate mai mult ca în alte domenii ale tehnicii, asigurarea literaturii de specialitate este o activitate complexă, cu mulţi parametri, ca profesia însăşi. Nou şi tradiţional, fundamental şi tehnologic, paletă largă de domenii de utilizare cu tot atîtea elemente comune cît cele specifice, sînt numai cîţiva din factorii care diferenţiază construcţiile — din punctul de vedere care face obiectul acestei note — de alte discipline tehnice.

Dacă în aceste condiţii este dificilă întocmirea unui plan tematic pe un an, nu este mai uşor de făcut aprecieri critice, chiar după parcurgerea impresionantei liste a apariţiei lor precedente cuprinsă în catalogul festiv al editurii.

În preocupările pe acest an ale redacţiei se detaşează net problemele betonului. Din cele 10 lucrări de nivel inginerese 7 îi sînt consacrate în exclusivitate, reflectare a importanţei problemelor teoretice în permanentă desfăşurare, a marii diversităţi de aplicare, a însemnatelor cerinţe ale construcţiilor în cincinalul actual. Redactarea a fost încredinţată unor personalităţi de mult timp consacrate profesional şi cu o bogată experienţă în activitatea editorială: C. Avram, I. Nicula, I. Făcăoaru, R. Agent, V. Petcu.

Examinarea listei de titluri determină cîteva consideraţii privind actualitatea tematică a lucrărilor. Alături de lucrări fundamentale în domeniul teoriei şi practicii betonului, cu o utilitate mereu actuală, sînt prezente lucrări care răspund necesităţii industrializării construcţiilor, cu asigurarea calităţii — în concepţie şi execuţie. În această direcţie este de subliniat preocuparea pentru problemele calculului modern al betonului prefabricat şi precomprimat, ale controlului calităţii. Discrepanţei dintre rezultatele remarcabile teoretice obţinute în ţara noastră — recentul Congres FIP de la Praga a constituit o recunoaştere pe plan internaţional — şi dificultatea cu care calculul la stări limită îşi croieşte drum i se creează, sperăm, condiţiile unei sensibile diminuări prin publicarea unui ghid practic, cu exemple de calcul. Publicarea unei cărţi dedicate controlului nedistructiv va sprijini desigur eforturile pentru o îmbunătăţire considerabilă a calităţii construcţiilor, va ajuta ca identitatea dintre caracteristicile betonului proiectat şi ale celui realizat să nu fie atît de frecvent doar un deziderat.

Editura recurge justificat la traduceri de lucrări valoroase în compartimente interesînd construcţiile şi în care experienţa noastră este încă limitată. Este, pe de o parte, cazul folosirii calculatoarelor electronice în calculul structurilor şi, pe de altă parte, cel al betonului pentru temperaturi înalte. Referitor la prima problemă, de exemplu, autoritatea prof. Massonnet — într-o lucrare completă, care prezintă toate aspectele, de la cele teoretice, la realizarea practică — constituie o garanţie de loc neglijabilă.

Din celelalte domenii ale construcţiilor, numai inginerii geotehnicieni şi de construcţii metalice au de aşteptat cîte o carte. Şi aici, autori consacraţi — Bally şi Antonescu pentru loess şi V. Popescu pentru structuri metalice — aduc planul editurii în actualitate.

Cartea de nivel mediu cuprinde lucrări de izolaţii, drumuri şi topografie judicios dimensionate, prin temele abordate şi prin specialiştii care le elaborează; ele se anunţă interesante şi pentru ingineri.

Cartea elementară menţine unele probleme mai vechi ale editurii. Este dificil de acceptat ideea utilităţii unei cărţi — fie ea şi manual — destinată muncitorilor şi care are nevoie de 4—500 de pagini pentru o meserie („*Cartea dulgherului*", „*Cartea lucrătorului de drumuri şi străzi*"), chiar în condiţiile reeditării. Apariţia, şi în 1971, a îndrumătoarelor pe profesii reclamă în continuare coordonarea cu Editura didactică şi pedagogică şi cu tipăriturile elaborate de ministere pentru şcolile de calificare.

Capitolul *Instalaţii* este prezent cu trei lucrări de nivel inginerese, datorită în parte şi acoperirii unor zone tematice în anii precedenţi. „*Proiectarea canalizărilor*" (prof. Em. Blitz) se anunţă interesantă prin caracterul de ghid practic, prin locul acordat optimizării soluţiilor. „*Ventilarea şi condiţionarea aerului*" (ing. Al. Christea) se desfăşoară, dacă ţinem seama şi de primul volum apărut în 1968, pe aproape 1 400 pagini, ceea ce obligă — oricît de interesantă ar fi tema — la un nou apel la concizie inginerească.

În ansamblu, planul pe 1971 al redacţiei de construcţii se anunţă ca o prezenţă utilă. Cu toate acestea, nu credem nepotrivit să sugerăm editurii — ca şi cu alte prilejuri — să elaboreze proiecte de perspectivă, dacă nu pentru întregul cincinal, cel puţin pe 2—3 ani şi să le asigure o largă difuzare. Altfel, opiniile celor pentru care se străduieşte rămîn inoperante.

Ing. Al. Teodoru

Realizări remarcabile din beton precomprimat*

CANADA
UTILIZAREA BETONULUI PRECOMPRIMAT LA CLĂDIRI

Se remarcă în mod deosebit, în Canada, lărgirea domeniului de aplicare a betonului precomprimat cu armături postîntinse (aproximativ 5000 t din totalul de 15 000 t folosite la toate structurile de beton precomprimat).

CLĂDIRI DE LOCUIT

Binecunoscuta Habitat'67 (fig. 1), un conglomerat de celule și grinzi prefabricate, asamblate prin precomprimare orizontală și verticală (fig. 2), a fost un experiment curajos, dar costisitor. Această construcție rămîne o remarcabilă creație a tehnicii inginerești moderne

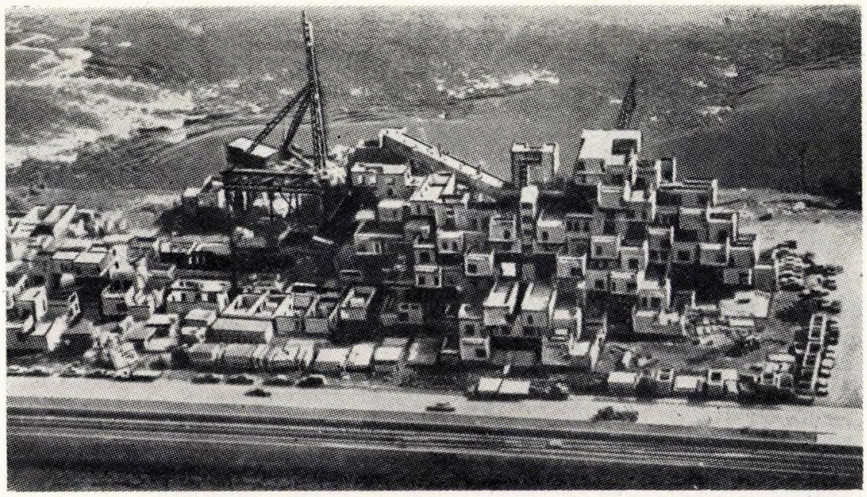


Fig. 1

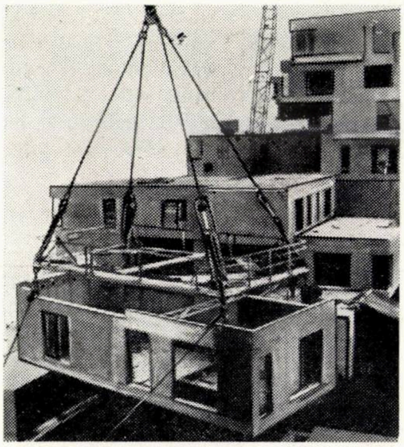


Fig. 2

CLĂDIRI COMERCIALE

O deosebită dezvoltare a cunoscut utilizarea armăturilor postîntinse (în special fără aderență) la planșeele structurilor foarte înalte și la parkinguri, în principal în orașele Calgary, statul Alberta, și Winnipeg, statul Manitoba. Astfel, fasciculele fără aderență au reprezentat în 1966 aproximativ 5—10%, în timp ce în 1969 ele au reprezentat 30—35% din cantitatea totală de oțel pretensionat.

Au fost utilizate planșee din dală groasă, cu deschideri pînă la 12 m, și plăci cu grinzi principale și secundare cu deschideri de 9—12 m. Dintre acestea, numai la grinzile principale s-a realizat aderența armăturilor postîntinse cu betonul.

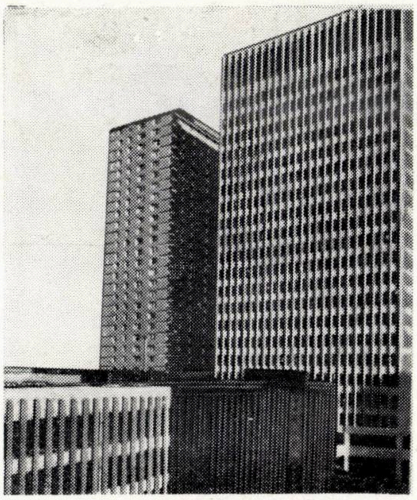


Fig. 3

* Din materialele prezentate la cel de-al VI-lea Congres F.I.P.—Praga, iunie 1970

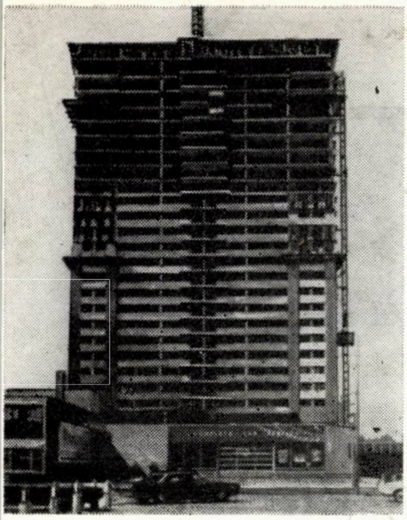


Fig. 4

Cea mai înaltă din aceste structuri are 45 etaje, fiind executate încă cel puțin 10 clădiri cu mai mult de 25 etaje (fig. 3 și 4).

PARKINGURI

Cea mai economică soluție (cca 1600 dolari pe mașină) pare a fi combinația de grinzi T prefabricate de beton precomprimat cu stîlpi preturnați și dale turnate monolit și precomprimate cu armături postîntinse. Structura are deschideri de 18 m cu stîlpi la 7,50 m. La deschideri de peste 12 m s-a arătat rațională și soluția cu grinzi cu placă, turnate *in situ* și precomprimate cu armături postîntinse.

În mod curent, în plăci se utilizează fascicule fără aderență, iar în grinzi fascicule injectate.

De subliniat că precomprimarea a adus o substanțială mărire a durabilității structurilor; în cazul betonului armat, fisurile inerente constituiau o cauză majoră de deteriorare rapidă, ca urmare a efectului corosiv al sării adunate de pe autostrăzi sub vehicule (o dată cu zăpada) și care se scurge în timpul staționării în parking.

PODURI DE BETON PRECOMPRIMAT ÎN ONTARIO

În ultimii ani s-au proiectat, în Ontario, șase mari noduri de intersecție pentru autostrăzi; dintre acestea, patru sînt executate și două sînt în curs de execuție.

Fiecare nod constă din 10 pînă la 30 de poduri, în cea mai mare parte din beton turnat *in situ*, precomprimat cu armături postîntinse.

Nodul de intersecție Queen Elizabeth (fig. 5), recent terminat, este tipic. El este situat la sud-estul orașului Toronto, într-un punct de maxim trafic al celor două autostrăzi ce se intersectează: zilnic peste 15 000 de vehicule.

Conceput pe trei niveluri, acest nod de intersecție cuprinde 19 poduri, dintre care 16 sînt de beton precomprimat, monolite, cu armături postîntinse. Dintre acestea, 14 sînt continue, cu cîte două pînă la 12 deschideri. Cea mai lungă structură are aproximativ 420 m.

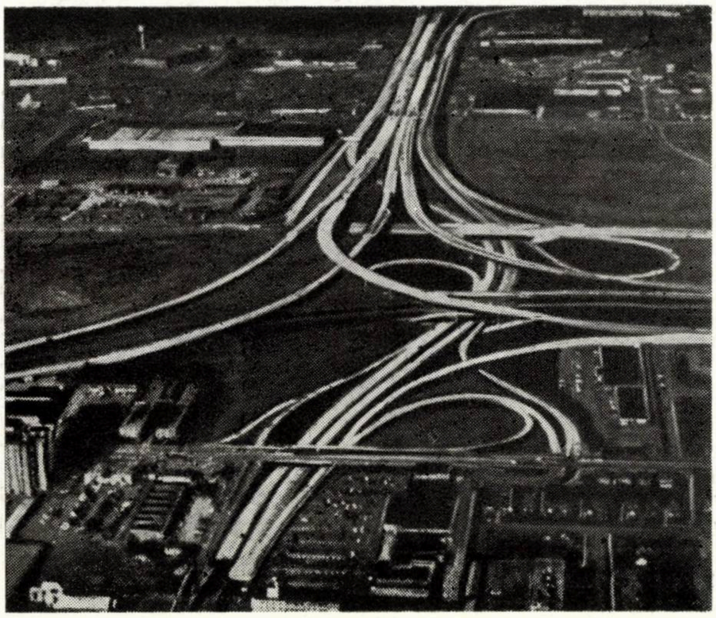
S-au utilizat două tipuri de fascicule pretensionate: 55 sîrme Ø 7 mm cu capete tip BBRV și 12 toroane Ø 15 mm cu ancoraje cu con.

Podurile cu lungimi de pînă la 150 m au fost precomprimate într-o singură etapă, simultan de la ambele capete. Podurile mai lungi au fost precomprimate în mai multe etape, prima la cca 135 m, iar următoarele la cîte cca 70 m lungime, utilizîndu-se dispozitive de cuplare între fasciculele diferitelor etape.

Pentru ușurarea dalei platelajului, s-au realizat goluri executate cu tuburi de tablă ondulată cu diametrul pînă la 1,00 m. La diametre de goluri mai mici de 63 cm s-au utilizat țevi de carton. Din analiza efectuată a rezultat că podurile cu secțiune casetată sînt mai economice decît cele dalate (cu goluri) numai la deschideri de peste 45 m.

Deoarece la cele mai multe poduri s-au folosit pile constînd dintr-o singură coloană (fig. 6) cu reazeme din cauciuc laminat ce nu împiedică rotirea, platelajul a trebuit să fie calculat la torsiune sub efectul încărcărilor nesimetrice.

Pe baza experienței dobîndite, pentru a simplifica execuția, există tendința de a se trece la fascicule mai puternice: 24 toroane Ø 15 mm și 88 sîrme Ø 7 mm.



◁ Fig. 5

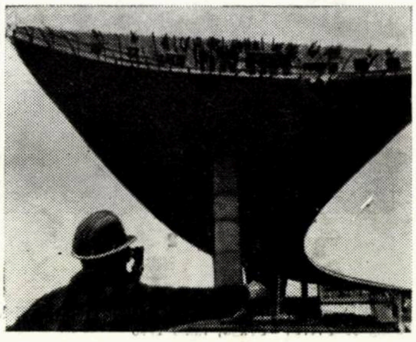


Fig. 6 ▷

UN NOU SISTEM DE ACOPERIŞ MONOSTRAT

Un nou sistem de acoperiş, cunoscut sub denumirea de *Uniroof*, aplicat ca un singur strat, a fost aprobat de forul de resort din Anglia, ca fiind în măsură să asigure o acoperire impermeabilă, ignifugă şi flexibilă cu o durată de peste 20 de ani (fig. 1).

Uniroof este un produs al firmei britanice Smith's Industries Ltd. Materialul de bază al acestui sistem este o folie de 0,035″ (0,9 mm) grosime, din cauciuc sintetic clorosulfonat şi azbest, care nu cîntăreşte decît 1,08 kg/m² şi este indicat atît pentru acoperişuri plate, cît şi acoperişuri în pantă. *Uniroof* este aplicat la rece cu ajutorul unui adeziv pe bază de apă şi poate fi utilizat pe o gamă întreagă de suporturi, cum ar fi betonul, lemnul sau materiale izolante. Folia este sudată la cald, după aplicare, pentru a asigura o acoperire continuă peste întreg acoperişul.

Graţie acestui sistem, clădirile pot fi terminate mult mai repede şi mai economic, deoarece se aplică un singur strat în loc de cele trei straturi de carton asfaltat obişnuite.

Adezivul la rece

Folia constă dintr-o peliculă de cauciuc sintetic de 0,5 mm grosime aşternută pe un strat de azbest de 0,4 mm. Folia este livrabilă în rulouri, în trei dimensiuni : 25 m lungime × 1 m lăţime; 22,85 m × 0,91 m; 22,85 m × × 1,22 m, cu sau fără bordură (fig. 2).

Celelalte elemente ale sistemului sînt : 1) Bandă adezivă de 0,65 mm grosime şi 38,5 mm lăţime, pentru etanşeizarea îmbinărilor între foliile fără bordură (fig. 3); 2) Banda *Uniroof* de 1,1 mm grosime şi 3,05 mm lăţime, utilizată la protejarea şi izolarea colţurilor acoperişului sau ca armătură; 3) Plasă (împletitură) de sîrmă *Uniroof* de mare rezistenţă utilizată pentru protejarea şi izolarea colţurilor de acoperiş şi care îşi păstrează forma cînd este aplicată pe diferite contururi; 4) Fitinguri *Uniroof* turnate (vezi fig. 4), inclusiv coliere într-o gamă de cinci diametre, de la 51 mm la 203 mm; burlane de scurgere de diametre variind între 51 mm şi 127 mm şi o întreagă varietate de coturi interioare şi exterioare; 5) Adeziv la rece — un compus de latex neopren pe bază de apă cu aditivi special puşi la punct pentru sistemul acesta.

Tehnica de pozare

Mai întîi zona de lucru este acoperită cu adezivul rece, manual sau prin stropire, şi folia este derulată pe suprafaţa

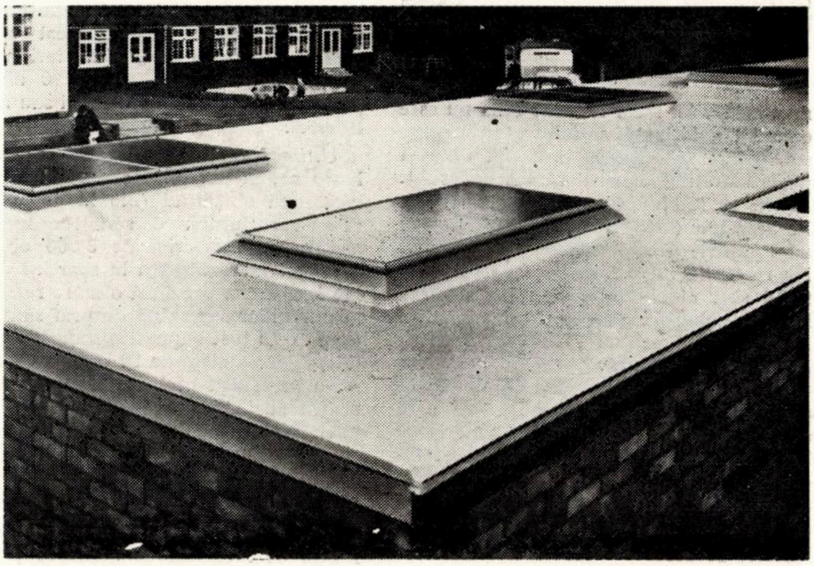


Fig. 1

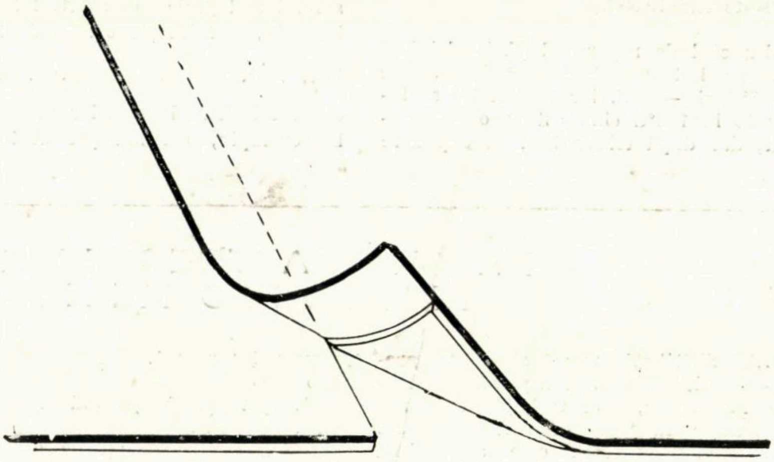


Fig. 2

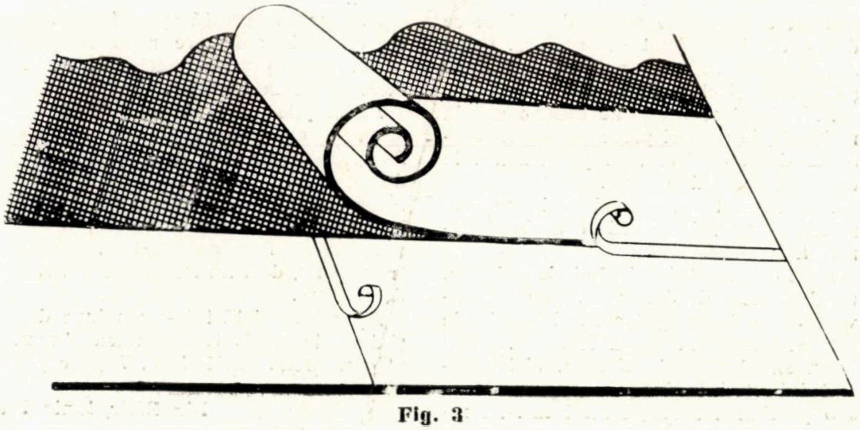


Fig. 3

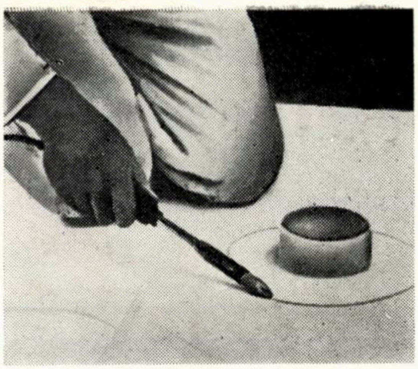


Fig. 4

respectivă. În locurile unde folia nu este complet aplatizată, se foloseşte un rulou sau o mătură pentru o a lipi bine şi pentru a elimina aerul rămas dedesubt. Foliile se îmbină cap la cap şi margine la margine (vezi fig. 3). Se montează apoi benzile de etanşeizare şi fitingurile, iar rosturile între laturile adiacente ale foliei sînt etanşeizate, fie prin sudarea la cald a bordurilor (fig. 5 şi 6), fie cu bandă de etanşeizare, la cald, pentru foliile fără bordură.

Pentru cusăturile lungi şi drepte există un dispozitiv automat de sudare care acţionează prin aplicarea căldurii între borduri sau între banda adezivă şi laminat. Cele două suprafeţe încălzite sînt apoi imediat presate împreună cu ajutorul unui rulou (fig. 5 şi 6) pentru a forma un rost complet etanşeizat.

Date caracteristice

Punctul de rupere al *Uniroofului* se situează la temperaturi foarte joase, între —50°C şi —60°C, iar materialul se înmoaie la 130°C cînd este proaspăt pozat, dar după cîteva luni de expunere poate suporta temperaturi de peste 200°C.

Rezistenţa lui la tracţiune (fără suportul de azbest) atinge 120 kg/cm² în varianta albă şi 105 kg/cm² în varianta neagră. Coeficientul de alungire este de 680% pentru alb şi 350% pentru negru. Prin urmare, nu numai că *Uniroof* rezistă la temperaturi extreme, dar este şi suficient de elastic spre a se întinde şi a-şi reveni apoi la forma iniţială, fără să crape sau să se deformeze, în timpul tasării clădirii ori la dilatările şi contracţiile construcţiei sub influenţa temperaturilor ambiante. Acoperişurile construite cu acest sistem, oriunde ar fi situate, din Florida pînă în ţinuturile arctice, după 10 ani, nu prezintă nici un fel de fisurări sau microfisurări.

Uniroof rezistă la atacul petrolului lampant, al ozonului şi la poluarea atmosferică obişnuită (bioxid de sulf, hidrogen sulfurat). O serie de încercări simulate atmosferice de 5 000 ore i-au demonstrat rezistenţa la soare şi ploaie. De asemenea, prezintă o mare rezistenţă la abraziunea cauzată de praf sau nisip. După ce a fost supus timp de 10 minute la un jet de nisip de 10 kg/cm², *Uniroof* nu a prezentat nici o schimbare, cu excepţia unei uşoare pierderi a strălucirii, în timp ce o tablă de oţel supusă aceluiaşi tratament, prezenta zgîrieturi serioase.

Grosimea standard de 0,9 mm a materialului suportă cu succes greutatea lucrătorilor şi a diverselor sarcini uşoare legate de lucrările de instalare şi întreţinere. Dacă este necesar să suporte sarcini mai grele sau să fie folosit mai intensiv, se foloseşte o folie de 1,1 mm grosime.

Uniroof este deosebit de indicat în cazul folosirii elementelor prefabricate. De exemplu, o firmă producătoare de

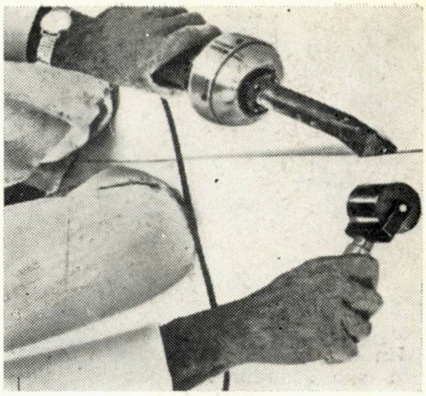


Fig. 5

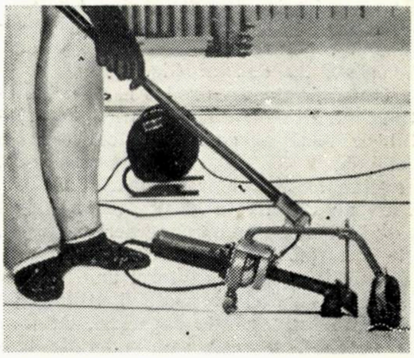


Fig. 6

elemente şi ansambluri industrializate de construcţie a folosit un înveliş *Uniroof* pentru acoperişul de 2,7 m × 7,6 m din placaj. Deasupra liniei tehnologice (de producţie) se aşterne întîi adezivul pe placaj, apoi se aplică folia, muchiile şi colţurile libere fiind lipite la cald, astfel că elementul de acoperiş este complet etanşeizat în 10 minute.

După buletinul EIBIS NS 708 (Anglia)

PALONIER AUTOECHILIBRANT PENTRU PIESE DE FORME NEREGULATE

,,Equilift'' este menit să rezolve problemele de manipulare a pieselor de forme neregulate, care trebuie să rămînă orizontale în timp ce sînt manevrate.

Aparatul, la care este suspendată sarcina prin două cabluri de legare, asigură automat această orizontalitate într-un timp foarte scurt, de îndată ce dispozitivul a ridicat încărcătura. Orice suprasarcină ce intervine ulterior declanşează acelaşi ciclu de reacţii.

Palonierul se compune dintr-o grindă metalică, la a cărei parte inferioară culisează două cursoare, în permanenţă la distanţă egală de centru.

Suspensia la maşina de ridicare este realizată prin intermediul a două verine hidraulice.

De la începutul mişcării de ridicare, un dispozitiv de detectare, de genul nivelă cu apă, înregistrează defectele de orizontalitate cu mare precizie. Printr-un simplu joc de clapete, uleiul circuitului este introdus în verina apropiată sub presiunea azotului aflat într-un rezervor încorporat. Energia acumulată sub această formă se reconstituie automat, aparatul funcţionînd în circuit închis.

Palonierul îşi găseşte o aplicaţie în decofrarea elementelor prefabricate de beton.

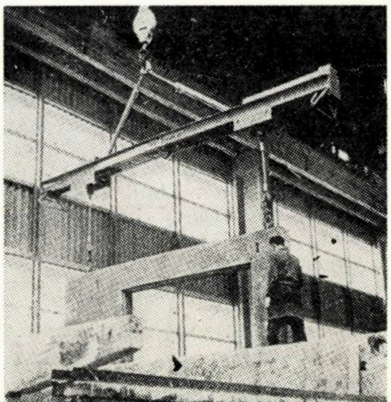
El execută această operaţie exercitînd un efect de smulgere riguros vertical, oricare ar fi poziţia inelelor de ancorare încorporate în element.

Ancorajele pot fi dispuse în elemente conform cu necesităţile de fabricaţie, fără a mai ţine cont de poziţia centrului de greutate.

De asemenea, decofrarea se poate face înainte de întărirea completă, deoarece operaţia se face cu blîndeţe, fără a se trage oblic, deci nu există nici un risc de deteriorare.

Aparatul există într-o versiune de 5 t şi două de cîte 10 t, ecartamentul maxim al cursoarelor fiind de 5, 7 şi respectiv 10 m.

Din Bâtir, iunie 1970



KÖNYVTÁRI... SZAKIKÖNYVTÁRES KÖZPONT

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII
a editat în luna ianuarie 1971:

1. Normativ privind consumurile medii de combustibili, lubrifianți și materiale de întreținere pentru utilajele de construcții și de transport în construcții (U. 8—66)
2. Normativ de calcul al elementelor de beton armat prin metoda la rupere (P. 58—70)
3. Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor tehnico-sanitare și tehnologice cu țevi din policlorură de vinil plastifiată (I. 1—64)
4. Normativ pentru proiectarea, executarea și recepționarea drumurilor industriale (C. 79—70)
5. Instrucțiuni tehnice pentru folosirea la pereți neizolați termic a plăcilor de azbociment cu ondule mari (C. 116—70)
6. Sistemul de control al proiectelor. Manual de descrierea programului și de operare
7. Instrucțiuni pentru prevenirea incendiilor pe ramuri de producție (Ediția a III-a revăzută).

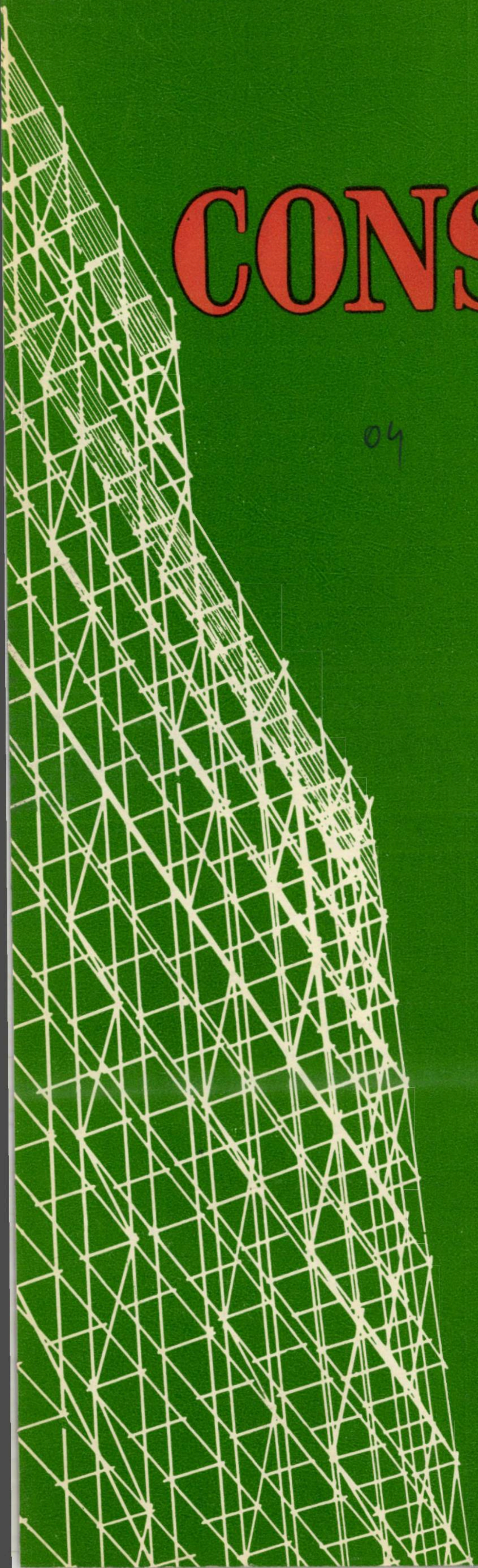
1971 JUN 1 8

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

BUCUREȘTI — Str. EPISCOPIEI Nr. 9

E 1688

CONSTRUCȚII



3

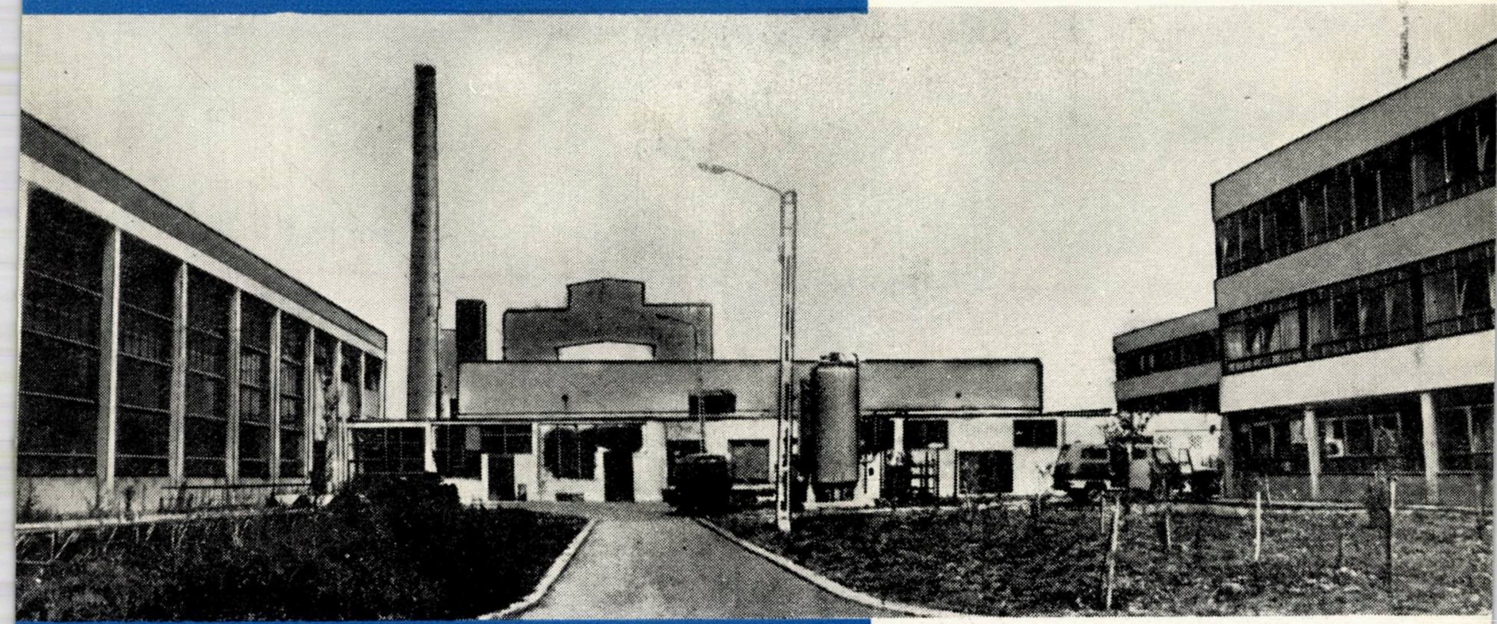
1971

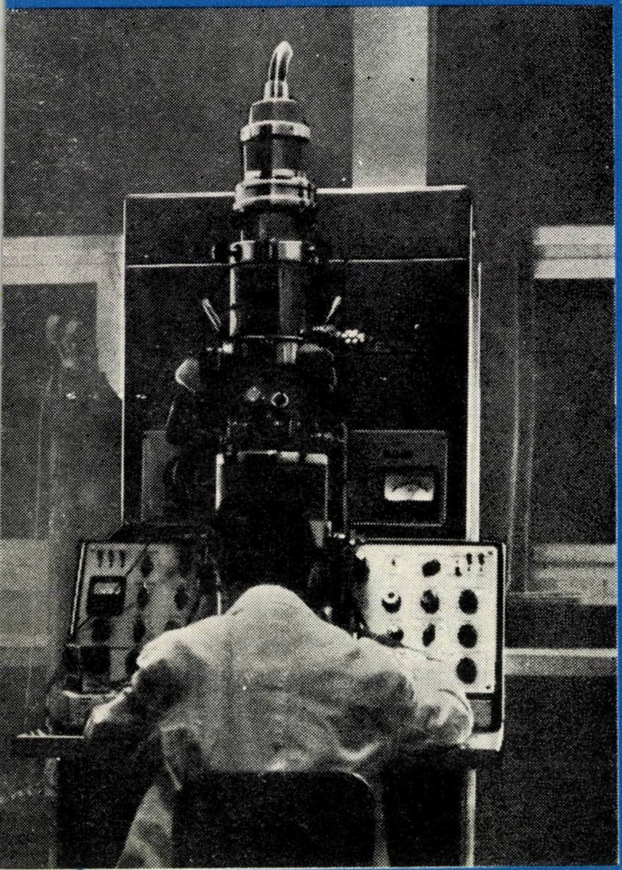
MINISTERUL INDUSTRIEI MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

Institutul de cercetări pentru materiale de construcții I.C.M.C.

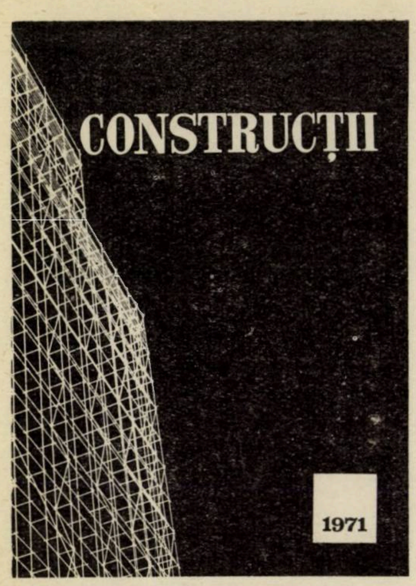
Bd. Preciziei 6

Sector 7





Efectuează studii și cercetări pentru industria lianților și a produselor pe bază de lianți, pentru industria materialelor de zidărie, a geamurilor pentru construcții, a materialelor izolatoare și de finisaj, a produselor din ceramică fină pentru construcții, a materialelor de construcție pe bază de polimeri, precum și în domeniul economiei industriei materialelor de construcție



Nr. 3/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

1966 — 1970: Din bilanțul de succese ale cincinalului . . 1

Ing. Mioara DABIJA, ing. Radu URMĂ

Probleme privind adoptarea unor soluții cu grad ridicat de eficiență tehnico-economică la hale industriale parter cu structuri mixte tipizate 4

Ing. Nicolae BOGDAN

Determinarea soluției optime la executarea pe cale mecanizată a unei lucrări de pămînt prin aplicarea programării liniare 10

Conf. dr. ing. Constantin DALBAN

Încercări de elemente metalice încovoiate consolidate sub sarcină 24

Prof. ing. Sandu RĂUTU, ing. Valeriu BĂNUȚ

Calculul lungimii reale de flambaj a stîlpilor cu secțiune constantă la structuri cu un nivel și cu 1 — 3 deschideri . . 30

Prof dr. ing. Marin PĂUNESCU

Comportarea piloților 40

CRONICA

RECENZII

DOCUMENTAR

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția și administrația: Str. Episcopiei nr. 9, Sector 1
Căsuța poștală 2980
Telefon : 16.49.14
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef **IMNR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific **INCERC** ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNCS** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

SUMMARY

M. DABIJA, R. URMA : Problems concerning the adoption of some high-efficiency technical-economic solutions for ground-floor industrial halls built by composite typified structures

The authors present a series of typified construction solutions for industrial halls, using composite formulae (reinforced concrete and metal), resulting from the studies carried out by the Institute of Constructional Design. The solutions indicate the use of : reinforced concrete columns, as high as one or more stories, main steel supporting elements of the roof; and steel or reinforced concrete light units for roofing.

Solutions with various bays and spans are given, as well as their technical-economic analysis, resulting in special advantages for systems using large and light prestressed concrete units.

C. DALBAN : Tests on bent steel members consolidated under loads

There have been performed tests on bent TT members with flanges consolidated by welded laminas.

The tests emphasized that the plastic collapse of the members consolidated under loads causing stresses lower than the limit of proportionality, occurs at the same value of the loads as the case when the member has been consolidated without beeing loaded. The behaviour of both types of members is nearly the same, preserving their elastic character till the proximity of the load of plastic collapses.

N. BOGDAN : Choice of the best solution for a mechanized execution of an earth-moving work by applying linear programming

The ever increasing volume of construction-erection work in Romania, and the growing rate of endowment in construction equipment, greatly contributed to the intensification of mechanization and complex mechanization of the heavy jobs that require a great amount of labour.

In the article the use of linear programming at an earth-moving work implying a great amount of excavating, transport and backfilling is being examined with the aim of performing all these jobs at a low cost.

S. RAUTU, V. BĂNUT : Computing the effective length of constant section piers, in one storyed and one to three spans structures

The authors give in the article, under the form of alignment charts, the necessary buckling coefficients to compute effective length of the piers being part of some usual kinds of one-storyed and one, two or three-bayed structures. The cases most frequently encountered in practice are considered, especially hall-type buildings, namely : structures with articulated joints or continuous between piers and collar beams (the last could be horizontal or beveled).

Theoretical bases of the respective coefficients computation are also briefly given.

SOMMAIRE

M. DABIJA, R. URMA : Problèmes concernant l'adoption de solutions de grande efficience technico-économique aux halles industrielles rez-de-chaussée à structures composites typifiées

Les auteurs font un exposé d'une série de systèmes typifiés pour halles industrielles, basés sur des solutions composites (béton armé et métal), résultées des études entreprises à l'Institut d'établissement des projets de bâtiment. Les solutions sont dirigées vers l'emploi de colonnes préfabriquées en béton armé, à hauteur d'un ou plusieurs étages, d'éléments portants principaux du toit en structures métalliques et d'éléments légers métalliques ou en béton armé pour la toiture.

On présente des systèmes à differentes travées et portées et on donne leur analyse technico-économique, d'où résultent des avantages particuliers pour des éléments de grandes dimensions et légers en béton précontraint.

N. BOGDAN : Comment déterminer la solution optimale pour l'exécution mécanisée des travaux de terrassement à l'aide de la programmation linéaire

Le volume toujours croissant des travaux de construction-montage en Roumanie, ainsi que l'augmentation du parc à equipements et outillages de construction a mené à l'accéleration du rythme de mécanisation et à la mécanisation complexe de procés lourds qui requièrent une grande quantité de main d'oeuvre.

On examine ici l'emploi de la programmation linéaire à un des travaux de terrassement qui implique d'importants excavations, transport et remplissage du déblai, ayant pour but d'executer tous ces travaux à un prix de revient minimum.

C. DALBAN : Essais sur des éléments métalliques fléchis renforcés sous charges

Des essais ont été effectués sur des éléments en double T, dont les semelles ont été renforcées avec des lamelles soudées.

Les résultats des essais ont prouvé que la ruine plastique des éléments renforcés sous charges générant des contraintes inférieures à la limite de proportionalité se produit à la même valeur des charges que dans le cas ou l'élément a été renforcé sans être chargé. Le comportement des deux types d'éléments est presque le même, en conservant son caractère élastique jusque dans la proximité de la charge de ruine plastique.

S. RAUTU, V. BANUT : Le calcul de la longueur réelle de flambage des piliers à section constante pour les structures à un niveau et une à trois travées

Les auteurs présentent, sous forme d'abaques, les coefficients nécessaires au calcul de la longueur de flambage des piliers pour quelques types usuels des constructions à un seul niveau et une, deux ou trois travées. On considère les cas survenant plus fréquemment en pratique, surtout aux bâtiments de type halle, notamment : structures à liaisons articulées ou continues entre les piliers et les poutrelles, celles-ci pouvant être horizontales ou inclinées.

Succintement on donne aussi les bases théoriques du calcul des coefficients respectifs.

INHALT

M. DABIJA, R. URMA: Einige Fragen in Zusammenhang mit der Wahl von Lösungen mit hoher technisch-wirtschaftlichen Wirksamkeit für einstöckige Industriehallen mit gemischten typisierten Tragkonstruktionen

Die Autoren führen vor einige typisierte Tragkonstruktionen für Industriehallen bei denen gemischte Lösungen (Metall und Stahlbeton) angewandt werden — ein Ergebniss eigener Untersuchungen des Projektierungsinstituts für Bauwesen. Diese Lösungen sind allgemein gekennzeichnet durch die Benützung von vorgefertigten Stahlbetonsäulen die sich über ein oder mehrere Stockwerke erstrecken; zur Gestaltung der Dachkonstruktion dienen lasttragende Bauteile aus Stahl gefertigt und zur Überdachung leichte Stahl- oder Stahlbetonfertigteile.

Es werden beschrieben verschiedene Lösungen für variabele Spannweiten und Säulenabstände; aus der technisch-wirtschaftlichen Untersuchung ergaben sich die besonderen Vorteile derjenigen Lösungen bai denen leichte Spannbetonbauteile grosser Abmessungen angewandt werden.

N. BOGDAN: Bestimmung der optimalen Lösung bei der mechanisierten Ausführung von Erdarbeiten unter Anwendung der linearen Programmierung

Das ständige Anwachsen der Bau — und Montagevorhaben in Rumänien so wie die steigende Anzahl der vorhandenen Baumaschinen und Geräten haben gestattet das Mechanisierungstempo und die komplexe Mechanisierung sämtlicher Arbeitsprozesse mit hohem Aufwand an Arbeitskräften zu fördern und zu intensivieren.

Der Artikel befasst sich hauptsächlich mit der Anwendung der linearen Programmierung im Falle von Bodenplanierungen wo bedeutende Erdmassen auszuheben und zu transportieren sind; es wird angestrebt den kleinstmöglichen Preis der Aushub — und Transportarbeiten zu erlangen.

C. DALBAN: Versuche auf verfestigten Biegeträgern unter Belastung

Es wurden Versuche auf I — Trägern durchgeführt, deren Flanschen mit geschweissten Stahllamellen verfestigt waren.

Die Versuche bewiesen dass der plastische Bruch der Träger, verfestigt unter der Wirkung einer Belastung die Kleinere Spannungen als die Proportionalitätsgrenze hervorruft, bei derselben Last auftritt, als im Falle, wenn die Träger ohne Belastung verfestigt werden. Das Verhalten der beiden Typen von Trägern ist fast dasselbe, indem ihre elastischen Charakteristiken bis in der Nähe der plastischen Bruchlast bewahrt werden.

S. RAUTU, V. BANUT: Bestimmung der tatsächlichen Knicklänge bei Säulen mit gleichbleibendem Querschnitt in einstöckigen Tragkonstruktionen mit 1...3 Spannweiten

Die Autoren des Artikels führen vor diejenigen Kurvenscharen die notwendig sind für die Bestimmung der Kennwerte die behilflich sind bei der Berechnung der Knicklänge von Säulen für übliche Tragkonstruktionen mit einer, zwei oder drei Spannweiten. Es werden berücksichtigt eben diejenigen Fälle die häufiger in der Praxis und besonders bei Hallenbauten auftreten: Tragkonstruktionen mit gelenkartigen Verbindungen oder mit kontinuierlich verbundenen Säulen und horizontalen oder schief gelegenen Trägern.

Es werden in kurzem auch die theoretischen Grundlagen angegeben für die rechnerische Bestimmung der dazugehörigen Kennwerte.

СОДЕРЖАНИЕ

М. ДАБИЖА, Р. УРМА: Проблемы, касающиеся применения, для одноэтажных промышленных цехов со смешанной типовой несущей схемой, некоторых решений, обладающих повышенной технико — экономической эффективностью

Авторы представляют ряд типовых решений промышленных цехов предусматривающих смешанные (железобетон и металл) элементы, разработанные Институтом проектирования строительства. Решения направлены к применению сборных железобетонных колонн, высотой в один или несколько этажей, главных несущих элементов крыши, изготовляемых из металла и лёгких поркывочных металлических или железобетонных элементов

Представлены решения при различных шагах и пролётах колонн и произведен их технико-экономический анализ, согласно которому решения применяющие крупные, лёгкие элементы из предварительно напряжённого бетона представляют особые преимущества.

Н. БОГДАН: Определение оптимального решения при механизированом способе производства земляных работ используя для этого линейное программирование.

Рост объема строительно-монтажных работ в С.Р. Румыния и увеличение количества строительно-монтажного оборудования ускорили темп механизации и комплексной механизации трудоемких работ.

В статье рассматривается с точки зрения минимальной стоимости выемка и транспортирования грунта применяя методы линейного программирование в случае нивелирования площадки которое требует выполнения значительных объемов выемок, транспортирования и насыпей.

К. ДАЛБАН: Испытания на изчибенных металлических балок, усиленных под нагрузками

Были испытанны двутавровые стальные балки, усилённые увеличением сечения полок.

Испытания проверяли, что пластическое разрушение усилённых балок, под нагрузками, вызывающими усилия меньше предела пропорциональности, происходит притой же предельной нагрузке как в случае балок усилённых в ненагружённом состояний. Работа обеих балок почти такая же, и она упругая до близости предельной нагрузки пластической деформации.

С. РЭУТУ, В. БЭНУЦ: Расчёт действительной длины продольного изгиба колонн постоянного сечения, включённых в несущую одноэтажную схему с $1 \div 3$ — пролётов

В рамках статьи, авторы представляют в виде графиков коэффициенты, необходимые для расчёта длины продольного изгиба колонн некоторых, часто применяемых, несущих одноэтажных схем с одним, двумя или тремя пролётами. Приняты во внимание случаи чаще встречающиеся в практике, особенно при возведении цехообразных зданий, а именно: несущие схемы со связями шарнирными или неразрезными между колоннами и главными балками, последние из которых могут быть расположены горизонтально или под углом.

1966 1970 DIN BILANȚUL DE SUCCESE ALE CINCINALULUI

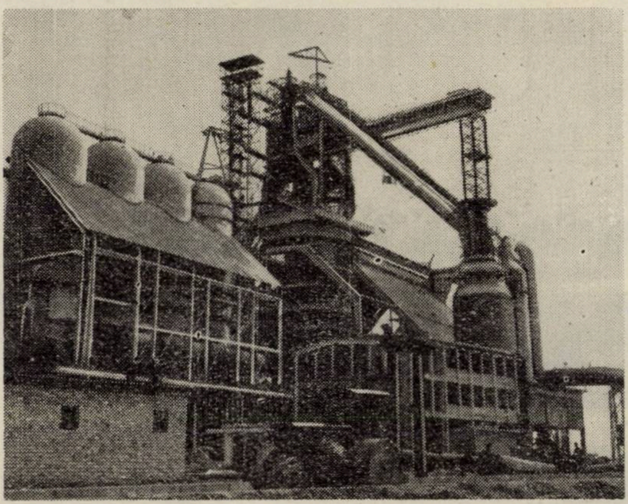
Investițiile în economia națională, în cincinalul încheiat, au totalizat

peste 289,7 miliarde lei

– cu 14 miliarde de lei mai mult decît volumul relizat în întreaga perioadă 1956–1965 și cu peste 8 miliarde de lei mai mult decît se prevăzuse inițial pentru 1966 – 1970. Alocarea unei părți însemnate din venitul național pentru investiții a asigurat un ritm înalt al reproducției socialiste lărgite și, pe această bază, dezvoltarea rapidă a tuturor ramurilor economiei naționale. Lucrările de construcții-montaj, cu o pondere importantă în volumul total al investițiilor, și-au mărit volumul în 1970 cu 71% față de cel din 1965.

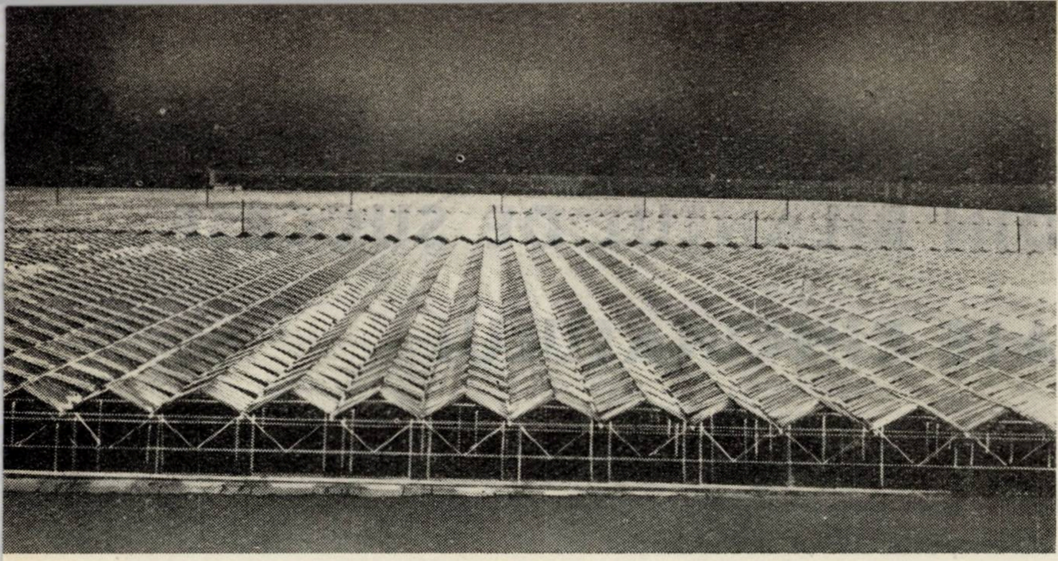
Industria a continuat să dețină locul prioritar în alocarea investițiilor; fondurile cheltuite pentru construcția de noi unități industriale, pentru dezvoltarea și modernizarea celor existente, pentru dotarea cu utilaje și instalații au fost, anul trecut, cu 61% mai mari decît cele din 1965.

În ultimii cinci ani au fost construite și date în exploatare **circa 1500 de capacități și obiective industriale.**



◄ Unul dintre cele două furnale de 1700 m³ construite la Combinatul siderurgic de la Galați

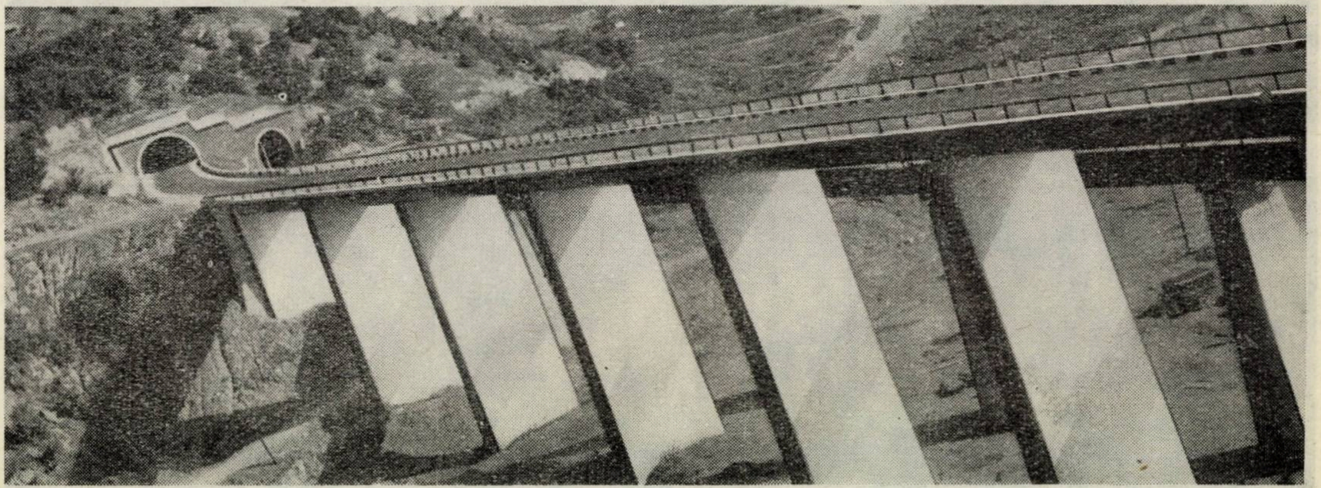
Combinatul petrochimic Pitești. Vedere de noapte ▼



Sere la I.A.S. Popeşti—Leordeni

S-au dezvoltat într-un ritm susţinut construcţiile pentru celelalte ramuri ale economiei naţionale: agricultura, transporturile, gospodăria comunală.

Aeroportul internaţional Otopeni



Drumul naţional nr. 6 Coramnic — Gura Văii

Un nivel deosebit de înalt — care ilustrează grija partidului și statului nostru pentru îmbunătățirea condițiilor de trai ale populației — a marcat construcția de locuințe. În perioada 1966—1970 au fost executate și date în folosință, din fondurile statului, ale organizațiilor cooperatiste și din fondurile populației cu sprijinul statului,

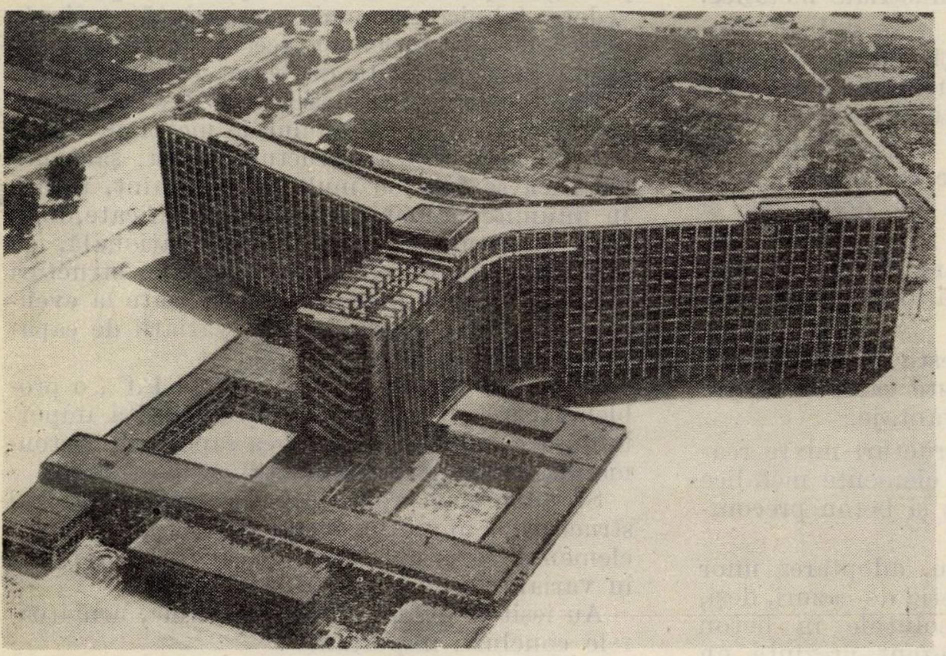
344 343 apartamente

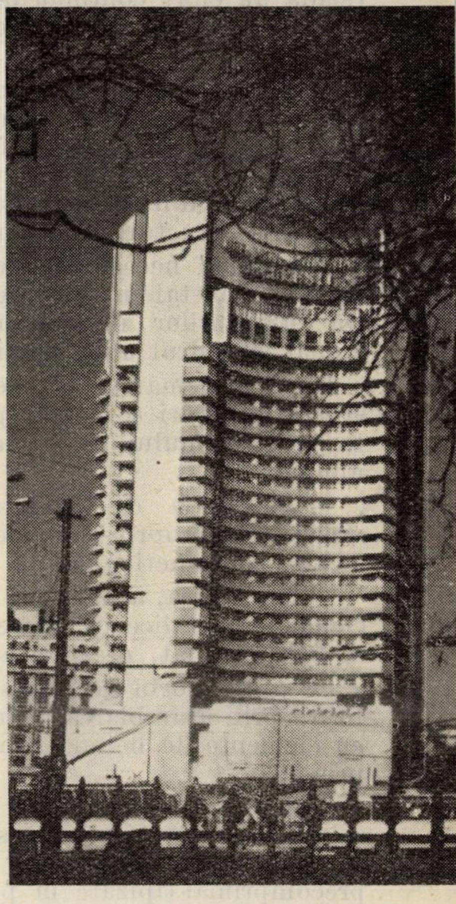
adică, în medie, 200 pe zi. În noile locuințe construite în decursul cincinalului s-au mutat 1 250 000 de cetățeni, ceea ce înseamnă aproape a șasea parte din actuala populație urbană a țării.

Blocuri noi de locuințe la Piatra-Neamț

Hotelul Intercontinental „București"

Spitalul și policlinica din Constanța





Investițiile în ramura construcții-montaj au totalizat, în ultimii cinci ani, 11 073 milioane de lei. Din această importantă sumă s-au achiziționat utilaje de construcții și mijloace de transport, s-au executat capacități de producție a prefabricatelor din beton armat și a altor materiale și confecții, baze de producție ale organizațiilor de construcții-montaj și ale unor mari șantiere, cămine și blocuri cu apartamente pentru cazarea salariaților din construcții ș.a.

PROBLEME PRIVIND ADOPTAREA UNOR SOLUȚII CU GRAD RIDICAT DE EFICIENȚĂ TEHNICO-ECONOMICĂ LA HALE INDUSTRIALE PARTER CU STRUCTURI MIXTE TIPIZATE*

Ing. MIOARA DABIJA și ing. RADU URMĂ
Institutul de proiectări pentru construcții — I.P.C.

Volumul mare de investiții în construcții industriale în R. S. R. a necesitat în ultima perioadă un efort continuu pentru lărgirea tipurilor de structuri care să poată fi folosite concomitent.

Necesitățile specifice anumitor industrii, precum și cerința rezolvării rapide a unor construcții la care termenele de dare în folosință sînt scurte, au făcut ca în ultimii ani, paralel cu execuția structurilor din beton precomprimat, să se execute și structuri de hale industriale metalice.

Dată fiind necesitatea de a se reduce consumul de metal în construcții-montaj, adoptarea structurilor integral metalice s-ar face numai în cadrul unor condiții bine justificate.

Este de remarcat că, de regulă, chiar la aceste structuri se caută, pe cît posibil, limitarea consumului de metal pe două căi, și anume :

— concepția de proiectare a elementelor structurale propriu-zise (alcătuire, calcul, elemente constructive etc.);

— înlocuirea, acolo unde este posibil, a unor elemente metalice cu elemente care, rezolvate în beton armat, prezintă avantaje.

Se poate vorbi deci de structuri mixte realizate prin asamblarea unor elemente metalice cu elemente de beton armat și beton precomprimat.

Pentru deschideri de 18 m, adoptarea unor soluții mixte se face într-o serie de cazuri, deși, pentru aceste deschideri, soluțiile în beton precomprimat tipizate în prezent prezintă un grad de diversitate suficient.

În plus, „Instrucțiunile pentru reducerea consumului de oțel în construcții-montaj", elaborate de Ministerul Construcțiilor Industriale, permit folosirea elementelor metalice de 18 m deschidere numai pe bază de aprobare de la caz la caz.

Pentru deschideri de 24 m, folosirea structurilor mixte devine o soluție rațională, pe de o parte datorită faptului că prețul de cost în comparație cu structurile de beton este comparabil, iar pe de altă parte datorită faptului că la aceste deschideri sortimentul elementelor de beton precomprimat este mult redus.

Pentru deschideri de 30 m, soluțiile mixte, pe lîngă faptul că sînt avantajoase din punct de vedere tehnico-economic, reprezintă variante unice, deoarece pentru aceste deschideri nu există încă elemente de beton precomprimat.

Remarcăm deci că, deși în R.S.R. se pune problema reducerii consumului de metal și, ca urmare, adoptarea structurilor cu șarpantă metalică se face cu mult discernămînt, totuși, în anumite domenii, în cazuri justificate, folosirea structurilor mixte devine rațională, cu atît mai mult cu cît aceste tipuri de structuri prezintă un grad mare de accesibilitate la eventuale schimbări de destinație, variații de capacitate portantă etc.

În cadrul studiilor efectuate în I.P.C., o problemă căreia i s-a acordat o deosebită importanță a constituit-o stabilirea raportului beton-metal.

Se pune deci problema proiectării, în cadrul structurilor mixte, în metal sau beton, a acelor elemente care pot prezenta avantaje optime în variantele de material respectiv.

Au ieșit în evidență, printre altele, următoarele concluzii importante :

- la astfel de structuri pentru hale obișnuite, fără condiții speciale, cu înălțimi mici și medii, rezolvarea stîlpilor în beton armat este avantajoasă, atît din punctul de vedere al prețului de cost, cît și al consumului de metal. De asemenea, și din punctul de vedere al asigurării protecției antiseismice, stîlpii de beton armat sînt avantajoși față de cei de metal, care ar conferi construcției o flexibilitate prea mare;

---

* Proiectarea structurilor mixte tipizate la hale industriale parter s-a făcut în cadrul sectorului de construcții industriale tip din I.P.C. — șef sector ing. Gh. Săndulescu, șef atelier ing. Mioara Dabija, șef proiect ing. Mioara Dabija, proiectanți ing. Radu Urmă, arh. Staicu Oprișescu.

- elementul principal care definește tipul structurii apare rațional să fie realizat din metal;
- elementele de închidere se pot rezolva, fie din metal, fie din beton, după cum se urmărește obținerea unei construcții ușoare sau reducerea consumului de metal.

Structurile mixte realizate din două materiale distincte au necesitat o analiză a alcătuirii de ansamblu, ținînd seama de specificul elementelor componente.

Analiza făcută a arătat că cea mai rațională schemă statică este cadrul elastic cu noduri articulate.

Rezolvarea de ansamblu a structurilor în condițiile de mai sus evită complicațiile care apar la realizarea elementelor de continuitate între piese din materiale diferite (metal și beton) în cazul schemei cu noduri rigide; de asemenea, permite mărirea gradului de adaptabilitate a construcției în investițiile curente, permite amplasarea fără complicații în terenuri tasabile, permite extinderea rapidă a construcției în cazul în care aceasta devine necesară.

Structura astfel realizată în condițiile specifice din R.S.R., care are majoritatea teritoriului în regiuni seismice de gradul 7 și 8, permite asigurarea unei protecții antiseismice corespunzătoare. Este de precizat că, în urma studiilor efectuate, s-a considerat indicată limitarea perioadelor de vibrație la maximum 1,5 s.

STRUCTURI MIXTE TIPIZATE

Studiile efectuate au arătat că, pentru deschideri de 18—30 m și travee de 12 m, soluțiile cu elemente liniare, în comparație cu structurile spațiale bi- sau tridirecționale prezintă o serie importantă de avantaje, dintre care enumerăm:

— ușurință de execuție;
— grad mare de adaptabilitate;
— montaj simplificat, cu folosirea mijloacelor curente de ridicare;
— consum minim de metal.

S-au analizat elementele liniare principale în două variante: ferme și grinzi cu inimă plină.

Cu toate că ferma prezintă față de grindă un consum sporit de manoperă la execuția în uzină, ea reprezintă o soluție rațională în condițiile impuse de necesitatea reducerii consumului de metal.

Grinda cu inimă plină implică un consum sporit față de fermă, iar pentru limitarea deformațiilor sub sarcinile de exploatare, la aceste deschideri mari, necesită adoptarea unor soluții de continuitate totală sau parțială, fapt care mărește gradul de dificultate la execuția pe șantier, iar pe de altă parte prezintă dificultăți la adaptarea proiectelor tip în investițiile curente. De asemenea, mărirea gradului de eficiență economică a soluției *grindă cu inimă plină* prin folosirea oțelului de calitate superioară OL 52, în practică nu este totdeauna posibilă și nu duce la rezultatele scontate datorită aspectelor arătate mai sus.

Din analiza efectuată a rezultat că dispunerea fermelor la un interax mărit — 12 m — duce la soluții mai avantajoase decît în cazul dispunerii la 3 sau 6 m, și la cel mai mic consum de oțel.

Aprecierea eficienței economice în funcție de interaxul fermelor principale trebuie judecată și în raport cu tipul și natura elementului secundar folosit.

În cadrul structurilor mixte, elementele secundare adoptate prezintă două grupe de soluții:

1. Elemente de suprafață de 12 m lungime, precomprimate, cu extradosul curb, tip TT, T sau cheson și chesoane de beton armat de 6 m lungime.

2. Pane metalice de 12 m lungime dispuse la 3 m interax, și chesoane de beton armat de 3 m lungime; plăci portante de beton celular autoclavizat de 3 m; plăci de tablă cutată de 3 m lungime.

Realizarea structurilor mixte în una sau cealaltă variantă este condiționată de posibilitatea de montaj, de procurarea și transportul elementelor, pe de o parte, iar pe de altă parte de considerente de ordin funcțional și de exploatare curentă, cum ar fi necesitatea prevederii unui transport suspendat etc.

Asigurarea economicității elementelor principale, din punctul de vedere al consumului de metal, a necesitat studii amănunțite privind modul de alcătuire a barelor fermei. Din acest punct de vedere a rezultat avantajoasă alcătuirea tălpilor din platbande sudate în formă de „T" și a diagonalelor și montanților din laminate (profile cornier cu aripi egale) sau țevi declasate. Această soluție permite o ușoară centrare a forțelor la noduri, fără a fi necesare — în general — gusee, ceea ce îmbunătățește execuția și aspectul.

Programul general al tipizării structurilor mixte a avut în vedere rezolvarea a două tipuri de hale, și anume:

— hale de gradul I de universalitate, la care procesul tehnologic necesită grinzi rulante suspendate de șarpantă;

— hale de gradul II de universalitate, la care procesul tehnologic necesită un monorai (sau conveior) pentru fiecare deschidere sau permite realizarea unui transport la sol.

Ținînd seama de necesități, ca urmare a unor anchete întreprinse la ministerele interesate, a rezultat ca necesară tipizarea, în prima etapă, a halelor de grad II de universalitate pentru deschideri de 18, 24 și 30 m, 12 m travee, înălțime utilă $\geqslant$4,80 m, urmînd ca în continuare, pentru aceiași parametri geometrici, să se tipizeze halele cu grad I de universalitate.

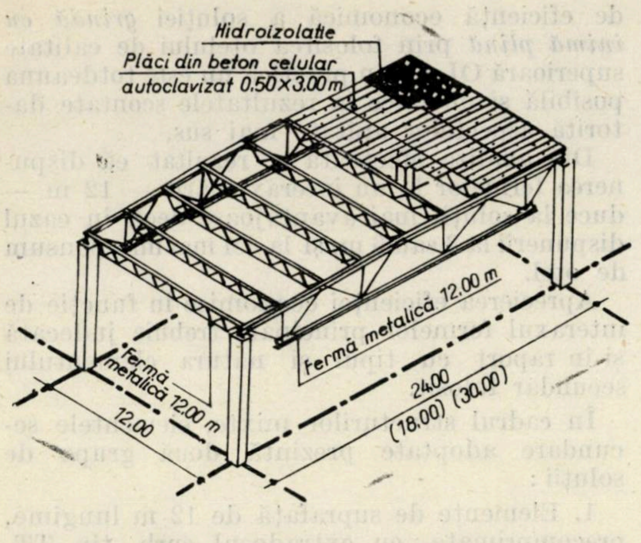


Fig. 1. Structuri realizate cu ferme metalice de 18, 24, 30 m, deschidere la 12 m interax, pane metalice L = 12 m, plăci b.c.a. 0,5×3 m sau chesoane b.a. de 1,5×3 m

Primele soluţii adoptate constau din:

1. Ferme metalice la 12 m interax, pane metalice de 12 m lungime dispuse la 3 m interax, învelitoare din plăci de beton celular autoclavizat sau chesoane de 1,5 ×3 m (fig. 1).

2. Ferme metalice la 6 m interax (pe ferme jug metalice sau stîlpi la 6 m) şi chesoane 3 ×6 m din beton armat (fig. 2).

O dată cu intrarea în fabricaţie a elementelor precomprimate de mare deschidere a fost posibilă adoptarea unei soluţii de mare eficienţă, care constă din:

3. Ferme metalice dispuse la 12 m interax şi elemente de acoperiş precomprimate de 12 m lungime, tip TT 3 ×12 m, T 1,5 ×12 m sau cheson 1,5 ×12 m (fig. 3, 4).

În această soluţie, o atenţie deosebită s-a acordat rezolvării tălpii superioare a fermelor, care este solicitată şi la încovoierea produsă de rezemarea continuă a elementelor secundare de acoperiş.

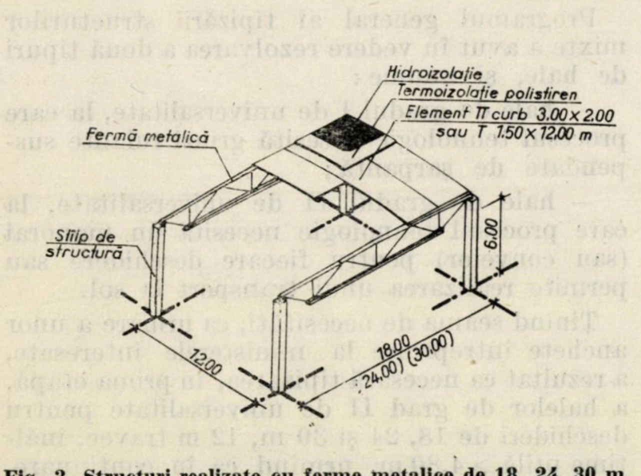


Fig. 3. Structuri realizate cu ferme metalice de 18, 24, 30 m deschidere la 12 m interax, elemente TT curb 3×12 m sau T 1,5×12 m

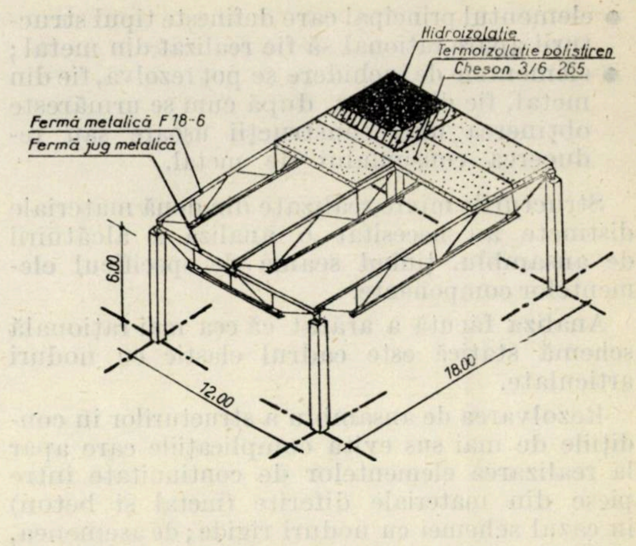


Fig. 2. Structuri realizate cu ferme metalice de 18 m deschidere la 6 m interax, cu rezemare pe stîlpi sau ferme jug metalice L = 12 m

Pentru a mări eficienţa tehnică a soluţiei, pe de o parte, iar pe de altă parte pentru a-i da o mai mare aplicabilitate legată de calitatea materialelor, fermele au fost studiate în două variante:

— cu tălpile din oţel OL 38 (fig. 5),

— cu tălpile din oţel OL 52 (fig. 6).

Cele două aspecte menţionate anterior — modul de solicitare a tălpii superioare şi calitatea oţelului folosit — au dus la adoptarea a două tipuri de ferme, şi anume:

- **cu tălpile din oţel OL 38 pe schema cu zăbrele cu noduri la 3 m distanţă la talpa superioară. Pentru a reduce la minimum consumul de oţel, talpa superioară s-a executat fragmentată pe toată lungimea;**

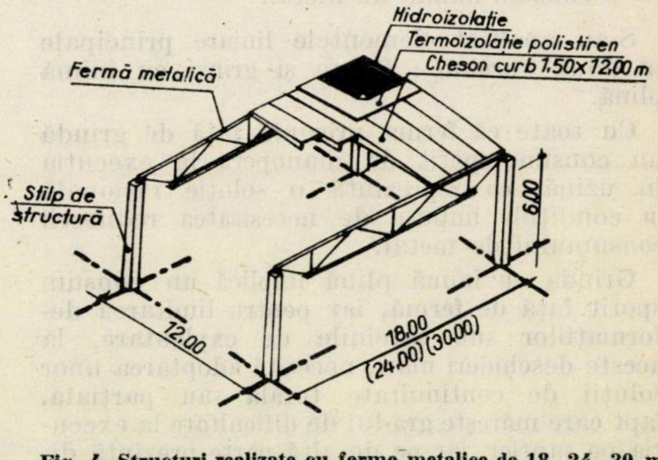
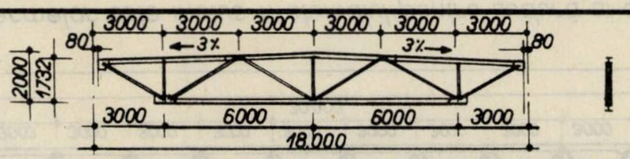
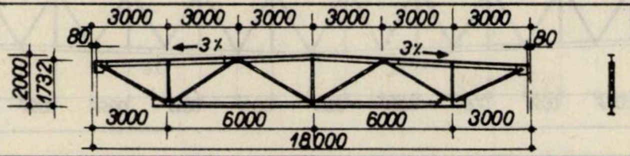
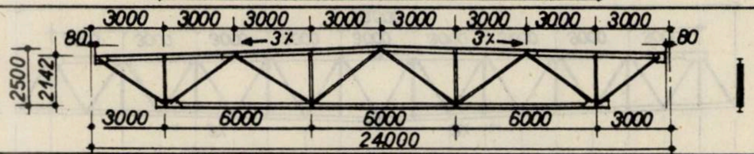
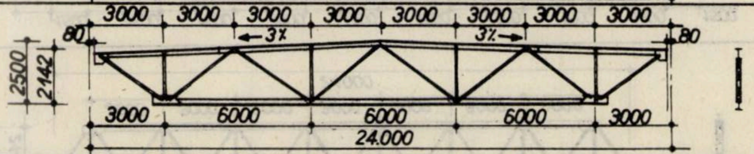
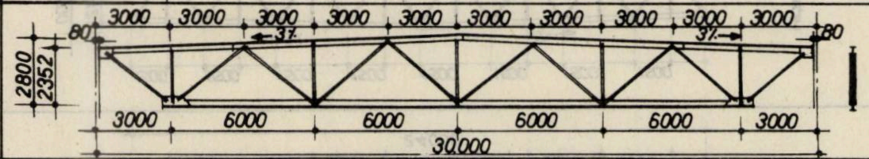
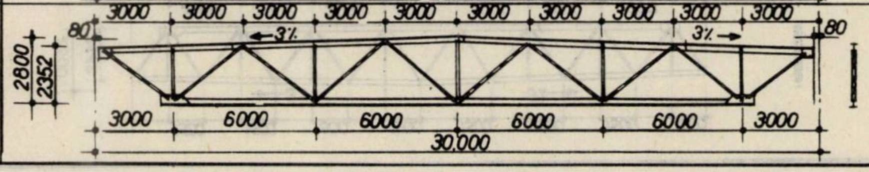


Fig. 4. Structuri realizate cu ferme metalice de 18, 24, 30 m deschidere la 12 m interax, chesoane curbe 1,5 × 12 m

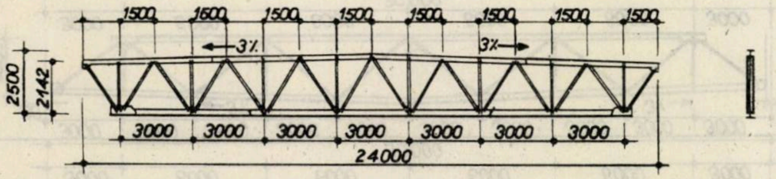
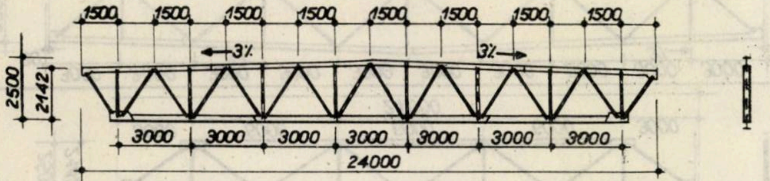
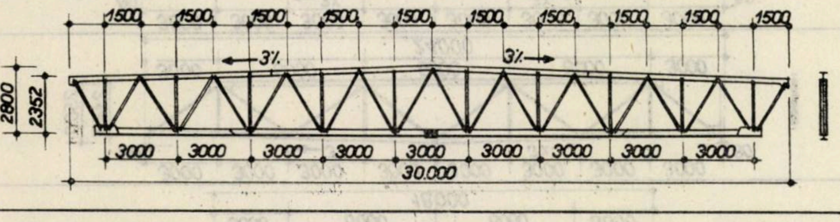
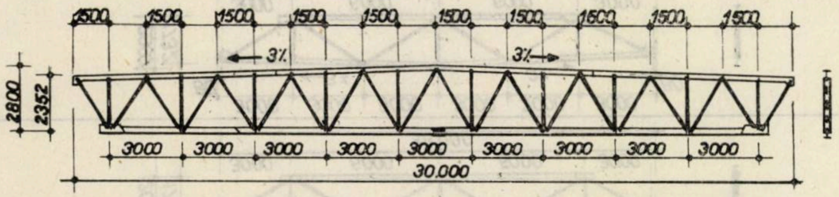
TABEL CENTRALIZATOR AL TIPURILOR DE FERME

Deschiderea fermei	Denumirea fermei	Diagonale	S C H E M A F E R M E I	Încărcare echivalentă maximă kg/m²	Greutate incl. miniu și suduri kg.	Consumuri kg. Oțel laminat OL 38	Consumuri kg. Țeavă OLT 35	Indice consum total kg/m²
Ferme de 18 m.	F 18-B 1a-405	Laminate		405	2799,2	2732,3	-	12,95
	F 18-B 1a-460			460	3221,1	3142	-	14,91
	F 18-B 2a-405	Țeavă		405	2881,9	2236,4	576,8	13,30
	F 18-B 2a-460			460	3272,4	2515,4	668,8	15,08
Ferme de 24 m.	F 24-B 1a-405	Laminate		405	4474,8	4367,8	-	15,55
	F 24-B 1a-465			465	5263,4	5137,6	-	17,83
	F 24-B 2a-405	Țeavă		405	4590,9	3485,7	994,2	15,90
	F 24-B 2a-465			465	5373,3	4118	1126,8	18,68
Ferme de 30 m.	F 30-B 1a-405	Laminate		405	7300,9	7126,4	-	20,27
	F 30-B 1a-470			470	8471	8268,4	-	23,53
	F 30-B 2a-405	Țeavă		405	7400,8	5706,42	1519,16	20,52
	F 30-B 2a-470			470	8630,6	6680,67	1743,86	23,86

NOTĂ: 1- La greutatea totală a fermelor este inclus materialul pentru sudură și grundul de miniu de plumb.
2- Indicii de consum sînt calculați pe cîte o travee curentă: 18 x 12 m.; 24 x 12 m.; 30 x 12 m.
3- Încărcarea echivalentă maximă este indicată inclusiv greutatea proprie.

Fig. 5. Ferme metalice pentru învelitoare de elemente de beton precomprimat, cu tălpile din OL 38

TABEL CENTRALIZATOR AL TIPURILOR DE FERME

Deschiderea fermei	Denumirea fermei	Diagonale	SCHEMA FERMEI	Încărcare echivalentă maximă kg/m²	Consumuri kg. Oțel laminat OL 52	Consumuri kg. Profile laminate OL 37 sau țeavă OLT 35	Greutate incl. miniu și suduri kg.	Indice consum total kg/m²
Fermă de 24 m.	F 24 – a – – 405	Laminate		405	2906,83	1086,29	3993,12	13,85
	F 24 – a – – 340			340	2771,74	964,36	3736,10	12,95
	F 24 – b – – 405	Țeavă		405	2911,19	1051,06	3962,25	13,74
	F 24 – b – – 340			340	2777,52	929,66	3707,18	12,85
Fermă de 30 m.	F 30 – a – – 405	Laminate		405	4786,01	1695,93	6481,94	18,00
	F 30 – a – – 345			345	4270,26	1520,06	5790,32	16,08
	F 30 – b – – 405	Țeavă		405	4787,41	1694,73	6482,14	18,00
	F 30 – b – – 345			345	4272,22	1484,97	5757,19	16,00

NOTĂ: 1 – La greutatea totală a fermelor este inclus materialul pentru sudură și grundul de miniu de plumb.
2 – Indicii de consum sînt calculați pe cîte o travee curentă: 24 x 12 m.; 30 x 12 m.
3 – Încărcarea echivalentă maximă este indicată inclusiv greutatea proprie.

Fig. 6. Ferme metalice pentru învelitoare de elemente de beton precomprimat, cu tălpile din OL 52

- cu tălpile din oţel OL 52 pe schema de zăbrele cu noduri la 1,5 m distanţă la talpa superioară, ceea ce a dus la reducerea momentului încovoietor.

În această soluţie, talpa superioară este realizată fără fragmentare.

Acest tip de fermă a dus la o reducere a consumului de metal cu cca 10—12%.

Soluţia 3, datorită faptului că acoperişul este realizat cu elemente precomprimate de mare deschidere, care realizează şaibă, prezintă o simplificare considerabilă a sistemului de contravîntuire.

Se execută numai contravîntuiri verticale între fermele din traveele de capăt ale halei, montajul urmînd să fie început cu două ferme preasamblate în pachet împreună cu contravîntuirile verticale.

Sistemul de contravîntuire mai cuprinde tiranţi de legătură între tălpile inferioare ale fermelor şi bare de rigidizare folosite numai în timpul montajului.

O măsură esenţială, în timpul montajului, este sudarea elementelor precomprimate pe talpa superioară a fermelor imediat după poziţionarea acestora, pentru a împiedica torsiunea tălpii superioare.

Pentru toate soluţiile prezentate mai sus, termoizolaţia este realizată din materiale foarte uşoare, ca polistiren expandat, poliuretan, sau materiale ceva mai grele, cum ar fi plăci de beton celular autoclavizat.

Din punct de vedere tehnico-economic, structurile nou-proiectate duc la indici avantajoşi în raport cu celelalte soluţii. Într-adevăr, acest tip de structuri mixte, avînd stîlpii din beton armat, elementele principale din metal şi învelitoarea din elemente de beton precomprimat de mare deschidere, deci folosind raţional aceste materiale, conferă următoarele avantaje evidente faţă de celelalte structuri mixte :

— consum minim de metal;

— număr minim de elemente prefabricate şi uzinate;

— manopera de şantier cea mai redusă;

— sistem simplificat de contravîntuiri (deoarece prin sudarea elementelor precomprimate direct pe ferme se formează o şaibă rigidă).

Comparînd indicii de consum de oţel şi preţ de cost ai acestei soluţii (3) cu soluţiile mai vechi, notate cu 1 şi 2, se observă următoarele :

Soluţia 1 are un consum de metal de 30 kg/m², soluţia 2 are 35 kg/m², în timp ce soluţia 3 are numai 20 kg/m².

Din punctul de vedere al preţului de cost, acesta este cu 8% mai ridicat la soluţia 1 faţă de soluţia 3 şi cu 15% la soluţia 2 faţă de soluţia 3.

Precizăm că datele de mai sus se referă la o tramă de 18 ×12 m (pentru care există toate tipurile de soluţii prezentate mai înainte), incluzînd toate elementele de acoperiş (cu închideri şi contravîntuiri) pînă la nivelul stîlpilor.

Pentru deschiderile de 24 şi 30 m, comparînd soluţiile 1 şi 3, se văd, în acelaşi mod, avantajele ultimei soluţii : consum de metal mai mic cu cca 9 kg/m² şi cost mai redus cu cca 7%.

În ceea ce priveşte halele de grad I de universalitate, în acest an, I.P.C. a realizat un studiu tehnico-economic din care au rezultat ca soluţii optime tot soluţiile mixte, cu învelitoare din elemente de beton precomprimat de mare deschidere şi cu elementele principale metalice dispuse la 12 m interax, deci întru totul asemănătoare cu soluţiile recente de la halele cu grad II de universalitate.

Elementul suplimentar de la acest tip de structuri este ferma metalică cu zăbrele, de 12 m lungime, rezemată pe elementele metalice transversale, de care sînt suspendate cu tiranţi căile de rulare ale grinzilor rulante suspendate. Acest element are şi funcţia de contravîntuire (fig. 7).

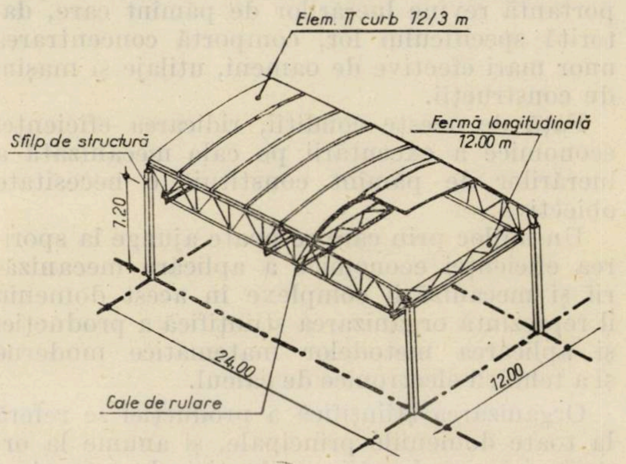


Fig. 7. Structuri realizate cu ferme metalice de 24 m deschidere la 12 m interax, elemente TT curb 3×12 m, ferme longitudinale metalice de 12 m pentru susţinerea căilor de rulare

Arătăm, în încheiere, că acolo unde necesităţile specifice anumitor industrii o cer, precum şi în cazul necesităţii unor rezolvări rapide ale unor construcţii, adoptarea structurilor mixte este indicată şi se face în limite acceptabile din punct de vedere tehnico-economic.

EXECUTAREA PE CALE MECANIZATĂ A UNEI LUCRĂRI DE PĂMÎNT PRIN APLICAREA PROGRAMĂRII LINIARE

Determinarea soluției optime

Ing. **N. BOGDAN**
Ministerul Construcțiilor Industriale

Creșterea volumului lucrărilor de construcții-montaj în țara noastră și sporirea dotării cu mașini și utilaje de construcții au intensificat în mare măsură ritmul de mecanizare complexă a proceselor grele, care necesită un mare volum de forțe de muncă.

În categoria acestor lucrări, o pondere importantă revine lucrărilor de pămînt care, datorită specificului lor, comportă concentrarea unor mari efective de oameni, utilaje și mașini de construcții.

Față de aceste condiții, ridicarea eficienței economice a executării pe cale mecanizată a lucrărilor de pămînt constituie o necesitate obiectivă.

Un mijloc prin care se poate ajunge la sporirea eficienței economice a aplicării mecanizării și mecanizării complexe în acest domeniu îl reprezintă organizarea științifică a producției și aplicarea metodelor matematice moderne și a tehnicii electronice de calcul.

Organizarea științifică a producției se referă la toate domeniile principale, și anume la organizarea conducerii producției, la organizarea procesului de producție propriu-zis și la organizarea muncii. Toate acestea sînt bine delimitate, au aspecte specifice clare, însă — în vederea unei dezvoltări armonioase a producției — ele trebuie să se întrepătrundă, condiționîndu-se reciproc.

În esență, organizarea științifică a procesului de producție presupune aplicarea celor mai raționale metode de desfășurare a procesului respectiv pentru a se ajunge la o folosire optimă atît a capacității de producție a mașinilor și utilajelor de construcții, la parametrii proiectați, cît și a forței de muncă corespunzătoare. Aceasta necesită o programare și o urmărire riguroasă a desfășurării producției în vederea asigurării unei activități ritmice, de la prima pînă la ultima operație de lucru, și o permanentă actualizare, conform condițiilor noi care apar în producție. Se asigură în orice moment folosirea optimă a utilajelor și a forței de muncă pentru obținerea unei productivități cît mai ridicate, la un preț de cost cît mai scăzut.

În cadrul organizării științifice a executării lucrărilor de pămînt apar numeroase probleme legate de repartiția resurselor în vederea realizării unor anumite directive, probleme care pot fi rezolvate prin aplicarea metodelor programării liniare.

Dintre categoriile de probleme care pot fi soluționate pe această cale menționăm în special:

— optimizarea, din punctul de vedere al obținerii costurilor minime pentru săparea și transportul pămîntului;

— optimizarea, din punctul de vedere al obținerii unei producții maxime de către o anumită categorie de mașini;

— optimizarea, din punctul de vedere al obținerii unei durate minime de executare a lucrărilor cu ajutorul mașinilor și utilajelor de construcții;

— optimizarea, din punctul de vedere al folosirii unui număr minim de mașini, în condițiile unei durate de execuție limitate.

În cele ce urmează se examinează aplicarea metodelor programării liniare în cazul unei lucrări de nivelare a terenului, care necesită executarea unor volume importante de săpătură și transport în umplutură al pămîntului

rezultat, sub aspectul obţinerii unui cost minim pentru săparea şi transportul pămîntului.

Problema modelării transportului va consta, în această situaţie, în găsirea combinaţiei celei mai indicate între numeroasele posibilităţi de a transporta cantităţile de pămînt provenite din săpătură spre mai multe puncte de destinaţie (umplutură sau depozit), combinaţie care să determine un optim economic, respectiv minimizarea costului săpării şi transportului pămîntului.

Este necesar să se rezolve probleme cum ar fi : pămîntul care trebuie excavat în diferite zone de lucru ale suprafeţei de nivelat, cu ce anume utilaje să fie săpat, în care puncte de umplutură să fie transportat şi în ce cantităţi anume, în aşa fel încît costul lucrărilor de săpătură şi transport să fie minim?

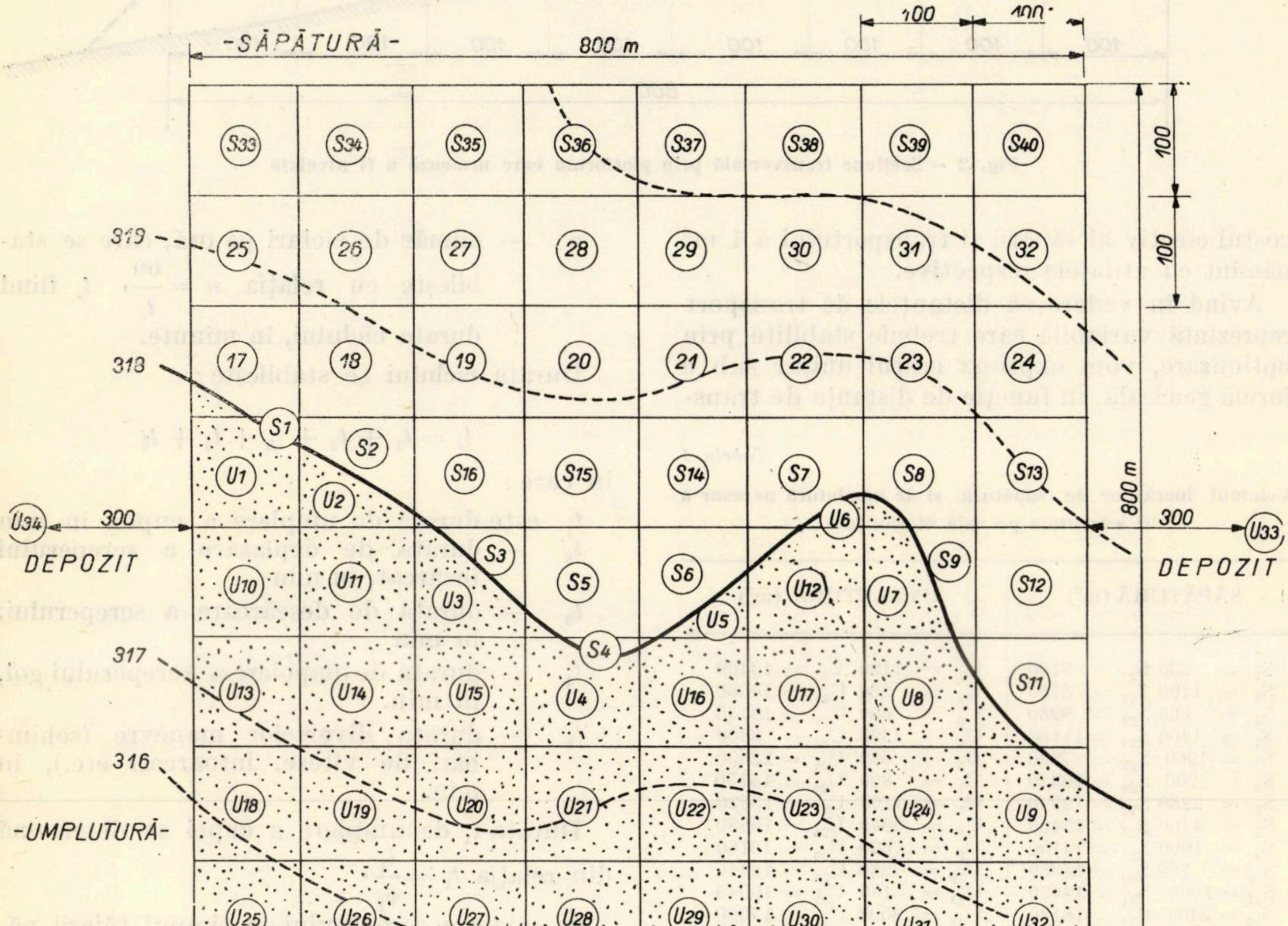
Presupunem că pentru construcţia unui mare combinat industrial, amplasat într-o regiune cu relief accidentat determinat prin curbele de nivel respective, este nevoie să se execute o lucrare de terasament de mari proporţii, comportînd săparea pămîntului pînă la o cotă zero şi transportul lui în umplutură, iar eventualul excedent în depozit.

Platforma ce urmează a fi nivelată are dimensiunile din figura 1 şi secţiunea transversală indicată în figura 2.

Pentru determinarea volumului de lucrări şi pentru organizarea executării lucrărilor de pămînt, împărţim suprafaţa platformei în pătrate cu latura de 100 m (mărimea laturii variază în funcţie de precizia dorită).

Rezultă un număr de 40 de pătrate în care este necesar a se efectua săpături şi 32 de pătrate cu lucrări de umplutură. Parte din aceste pătrate, situate în zona cotei zero (318 m), necesită atît lucrări de săpătură, cît şi de umplutură.

Cu ajutorul diferitelor metode uzuale poate fi determinat volumul lucrărilor de săpătură şi de umplutură. Presupunem că în cazul de



									TOTAL
SĂPĂTURĂ	18.560	28.130	35.920	49.010	50.190	47.150	50.980	64.320	344.260 m³
UMPLUTURĂ	56.650	49.300	33.280	33.580	37.000	38.030	33.980	24.620	306.440 m³

Fig. 1 – Platforma care urmează a fi nivelată, la cota 318. S **= săpătură ;** U **= umplutură**

faţă volumul total al lucrărilor ce urmează a fi executat este cel indicat în tabela 1.

Rezultă că este necesar a se efectua un volum total de săpătură $V = 344\,260$ m³, iar pămîntul rezultat din săpătură este transportat, o parte în umplutură ($V'_u = 306\,440$ m³), iar restul în depozit ($V''_u = 37\,820$ m³). În cazul de faţă am presupus că surplusul de pămînt va fi transportat în două depozite (U_{33} — U_{34}), dispuse de ambele părţi ale platformei ce trebuie nivelată.

Presupunem că lucrările de săpătură şi transport al pămîntului rezultat vor fi efectuate pe cale mecanizată, cu ajutorul screperelor, excavatoarelor şi buldozerelor şi determinăm

port (L), pe baza productivităţii de exploatare a utilajului respectiv.

a) *În cazul folosirii screperelor*:

Productivitatea tehnică şi de exploatare a unui screper se determină cu ajutorul formulei cunoscute:

$$P_t = q \cdot n \cdot K_u \cdot K_a \qquad (1)$$

în care:

q este volumul geometric al cupei screperului, în m³

K_u — coeficient de umplere a cupei

K_a — coeficient de afînare a pămîntului

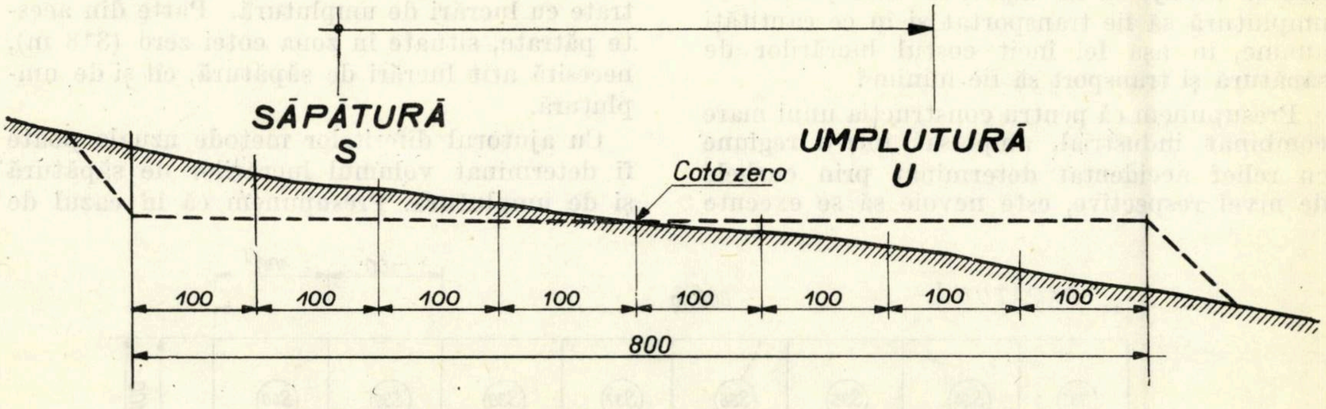


Fig. 2 — Secţiune transversală prin platforma care urmează a fi nivelată

costul efectiv al săpării şi transportului a 1 m³ pămînt cu utilajele respective.

Avînd în vedere că distanţele de transport reprezintă variabile care trebuie stabilite prin optimizare, vom exprima costul unitar sub o formă generală, în funcţie de distanţa de trans-

Tabela 1

Volumul lucrărilor de săpătură şi de umplutură necesar a fi executate pe cale mecanizată

SĂPĂTURĂ (m³)		UMPLUTURĂ (m³)	
S_1 = 200	S_{21} = 9100	U_1 = 1120	U_{21} = 13400
S_2 = 1100	S_{22} = 3760	U_2 = 300	U_{22} = 14360
S_3 = 600	S_{23} = 9280	U_3 = 600	U_{23} = 10140
S_4 = 1400	S_{24} = 11180	U_4 = 4300	U_{24} = 8800
S_5 = 1900	S_{25} = 7920	U_5 = 500	U_{25} = 22550
S_6 = 900	S_{26} = 10320	U_6 = 800	U_{26} = 18150
S_7 = 2280	S_{27} = 12940	U_7 = 1100	U_{27} = 13820
S_8 = 4460	S_{28} = 13400	U_8 = 5040	U_{28} = 15880
S_9 = 1000	S_{29} = 14150	U_9 = 7620	U_{29} = 16160
S_{10} = 200	S_{30} = 14830	U_{10} = 7280	U_{30} = 16440
S_{11} = 1600	S_{31} = 14520	U_{11} = 5150	U_{31} = 19040
S_{12} = 2400	S_{32} = 18180	U_{12} = 3500	U_{32} = 17000
S_{13} = 8580	S_{33} = 8320	U_{13} = 11080	U_{33} } = 37820
S_{14} = 4620	S_{34} = 11140	U_{14} = 9850	U_{34} }
S_{15} = 4080	S_{35} = 14480	U_{15} = 7700	
S_{16} = 2320	S_{36} = 18580	U_{16} = 5980	
S_{17} = 2120	S_{37} = 21420	U_{17} = 7150	
S_{18} = 5570	S_{38} = 21280	U_{18} = 14620	
S_{19} = 5580	S_{39} = 21520	U_{19} = 15350	
S_{20} = 10650	S_{40} = 22380	U_{20} = 11160	

n — număr de cicluri pe oră, care se stabileşte cu relaţia $n = \frac{60}{t_c}$, t_c fiind durata ciclului, în minute.

Durata ciclului se stabileşte:

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

în care:

t_1 este durata de umplere a cupei, în min

t_2 — durata de deplasare a screperului încărcat, în min

t_3 — durata de descărcare a screperului, în min

t_4 — durata de înapoiere a screperului gol, în min.

t_5 — durata diverselor manevre (schimbări de viteze, întoarceri etc.), în min.

Durata t_1 de umplere a cupei se determină din relaţia $t_1 = \frac{l_1}{v_1}$.

v_1 = viteza screperului în timpul tăierii pămîntului, în m/min.

Distanţa necesară pentru umplerea cupei l_1 se stabileşte cu relaţia:

$$l_1 = \frac{q \cdot K_u \cdot K_a \cdot K_p}{0{,}7\, a \cdot h} \qquad (2)$$

în care :

K_e este coeficientul care ține seama de pierderile de pămînt în timpul umplerii cupei

a — lățimea de tăiere a screperului, în m

h — grosimea stratului tăiat, în m

0,7 — coeficient ce ține seama de grosimea inegală a stratului de pămînt tăiat

Duratele de transport ale screperului încărcat, distanța de descărcare și distanța de transport a screperului gol se determină pe aceeași cale, prin raportul distanțelor respective și vitezelor de lucru corespunzătoare.

Presupunem că se folosesc screpere de 6 m³ capacitate, tip PROGRESUL — Brăila. Costul orei de funcționare efectivă a acestui utilaj este de 82,50 lei (conf. anexei nr. 10 la instrucțiunile pentru aplicarea HCM nr. 744/1957).

Cu ajutorul datelor respective, stabilim costul săpării și transportului a 1 m³ pămînt :

$$C = 1{,}56 + 0{,}00712\ L \quad \text{lei/m}^3 \tag{3}$$

b) *În cazul folosirii excavatoarelor*, pămîntul rezultat din săpătură fiind transportat cu ajutorul autocamioanelor la distanța L și depus în umplutură sau în depozit.

Considerăm că excavatorul efectuează operațiile de săpătură a pămîntului și încărcarea în mijlocul de transport (autobasculante sau autocamioane).

Determinarea productivității excavatorului se face cu ajutorul formulei :

$$P_t = 60\ q \cdot n \cdot k_w \cdot k_u \quad \text{m}^3/\text{h} \tag{4}$$

în care :

q = volumul cupei excavatorului, în m³.

Productivitatea de exploatare P_e se determină reducînd valoarea productivității tehnice cu un coeficient de exploatare K_e

$$P_e = P_t \cdot K_e. \tag{5}$$

K_e se ia în medie 0,75 în cazul descărcării pămîntului în autocamion și 0,9 în cazul descărcării pămîntului direct în depozit.

Presupunem că se folosesc excavatoare cu capacitatea cupei de 0,5 m³, tip PROGRESUL — Brăila, iar pămîntul rezultat se transportă cu autocamioane Steagul Roșu. Costul orei de funcționare efectivă a excavatorului este de 57,80 lei, iar a autocamionului de 25,00 lei (HCM 744/1957).

Cu ajutorul datelor respective stabilim costul săpării și transportului a 1 m³ pămînt :

$$C = 3{,}65 + 0{,}0033\ L \quad \text{lei/m}^3 \tag{6}$$

c) *În cazul folosirii buldozerelor*

Considerăm că buldozerul efectuează săparea pămîntului și transportul lui la distanțe reduse, în imediata vecinătate a cotei zero.

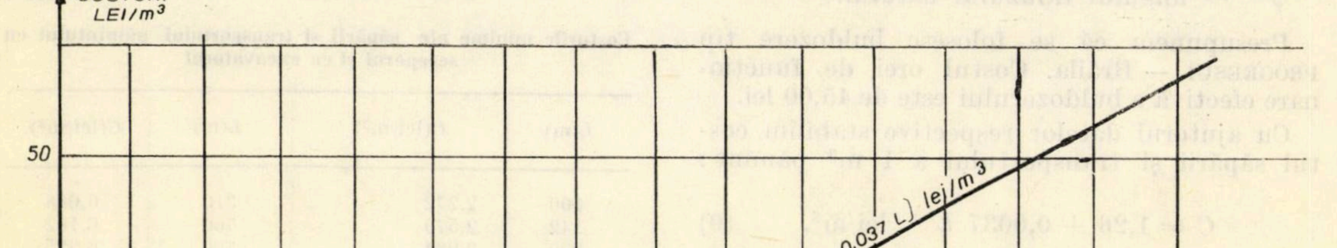


Fig. 3 — Variația costului săpăturii și al transportului pămîntului cu diferite utilaje, în funcție de distanța de transport L

Determinarea productivității tehnice și de exploatare a unui buldozer se face cu ajutorul formulei:

$$P_t = \frac{60 \cdot q \cdot k_a}{\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + 2t_i} \quad \text{m}^3/\text{h} \qquad (7)$$

în care:

k_a este coeficientul de afînare a pămîntului
L_1 — distanța de transport a pămîntului, în m
L_2 — distanța de înapoiere a buldozerului, în m
V_1 — viteza de transport a pămîntului, în m/min
V_2 — viteza de înapoiere a buldozerului, în m/min
q — volumul de pămînt neafînat, transportat de buldozer într-o cursă, în m³

Valoarea q se poate determina în modul următor:

$$q = \frac{b \cdot h^2 \cdot \mu \cdot k_a}{2 \operatorname{tg} \varphi} \qquad (8)$$

în care:

h este înălțimea lamei buldozerului, în m
b — lățimea lamei buldozerului, în m
μ coeficientul de pierdere a pămîntului, care se poate determina din relația $\mu = 1 - 0{,}005\ L_1$
φ — unghiul taluzului natural.

Presupunem că se folosesc buldozere tip PROGRESUL — Brăila. Costul orei de funcționare efectivă a buldozerului este de 45,00 lei.

Cu ajutorul datelor respective stabilim costul săpării și transportului a 1 m³ pămînt:

$$C = 1{,}26 + 0{,}0037\ L \quad \text{lei/m}^3. \qquad (9)$$

După cum se constată, expresia costurilor lucrărilor de săpare și transport al pămîntului la o distanță L, cu ajutorul screperelor, excavatoarelor sau al buldozerelor reprezintă o variație liniară alcătuită din două părți:

$$C = A + BL \quad \text{lei/m}^3 \qquad (10)$$

în care:

A este partea independentă de distanța de transport al pămîntului
BL — partea care depinde de distanța de transport al pămîntului.

Variația costului săpăturii și transportului, în funcție de distanța de transport, este reprezentată în figura 3.

Cu ajutorul relațiilor (3), (6) și (9) determinăm costurile minime pentru săparea și transportul pămîntului, cu utilajele respective, în funcție de distanțele de transport:

— cu buldozerul : $L \leqslant 10{,}10$ m
— cu screperul : $10{,}10 \leqslant L \leqslant 548{,}00$ m
— cu excavatorul : $548{,}00 \leqslant L$.

Întrucît pămîntul provenit din fiecare din cele 40 de zone de săpătură (S_{1-40}) poate fi transportat și depus în fiecare din cele 34 de zone de umplutură (U_{1-34}), în vederea optimizării întocmim matricea distanțelor de transport între centrele zonelor de săpătură și umplutură (tabela 2).

Tabela 2

	S_1	S_2	S_3	S_4	....	S_{37}	S_{38}	S_{39}	S_{40}
U1	100	100	224	360	....	500	585	670	760
U2	100	100	142	282	....	425	500	585	670
U3	224	142	100	142	....	448	500	565	642
U4	360	282	142	100	....	510	540	585	642
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
U31	720	642	500	360	....	730	710	700	710
U32	810	720	585	448	....	760	730	710	700
U33	1005	908	818	730	....	720	642	565	500
U34	316	412	510	635	....	810	895	985	1080

Tabela 3

Costurile minime ale săpării și transportului pămîntului cu screperul și cu excavatorul

L(m)	C(lei/m³)		L(m)	C(lei/m³)
100	2,272	CU SCREPERUL	310	6,068
142	2,570		760	6,162
200	2,984		780	6,225
224	3,155		800	6,290
282	3,570		808	6,313
300	3,696		810	6,330
316	3,802		825	6,380
360	4,126		850	6,442
400	4,408		855	6,470
412	4,490		860	6,490
425	4,585		895	6,610
448	4,745		900	6,620
			908	6,650
500	5,120		920	6,690
510	5,192		950	6,792
540	5,403		985	6,895
565	5,523	CU EXCAVATORUL	990	6,920
585	5,582		1000	6,950
600	5,630		1005	6,955
610	5,668		1020	6,985
635	5,748		1045	7,092
642	5,770		1080	7,210
670	5,860			
700	5,960			
710	5,990			
720	6,032			

Pentru distanțele de transport între centrele zonelor de săpătură și umplutură, determinăm costurile minime ale săpării și transportului pămîntului, cu screperul și cu excavatorul, conform tabelei 3.

Tabela 4

Matricea costurilor minime ale săpăturii și transportului în funcție de distanța de transport

	S_1	S_2	S_3	S_4	...	S_{37}	S_{38}	S_{39}	S_{40}
U1	2,272	2,272	3,155	4,126	...	5,120	5,582	5,860	6,162
U2	2,272	2,272	2,570	3,570	...	4,585	5,120	5,582	5,860
U3	3,155	2,570	2,272	2,570	...	4,745	5,120	5,523	5,770
U4	4,126	3,570	2,272	2,272	...	5,192	5,403	5,582	5,770
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
U31	6,032	5,770	5,120	4,126	...	6,068	5,990	5,960	5,990
U32	6,330	6,032	5,582	4,745	...	6,162	6,068	5,990	5,960
U33	6,955	6,650	6,313	6,068	...	6,032	5,770	5,523	5,120
U34	3,802	4,490	5,192	5,748	...	6,330	6,610	6,895	7,210

Folosind matricea distanțelor de transport între punctele de săpătură și umplutură (tabela 2) și costurile minime ale săpării și transportului pămîntului (tabela 3), întocmim matricea costurilor (tabela 4), în funcție de distanțele de transport L.

Cu ajutorul datelor arătate, determinarea soluției optime în cazul lucrării respective, atît din punct de vedere tehnologic, cît și al costurilor, se poate face cu folosirea metodelor matematice și a calculatoarelor electronice.

În cazul de optimizare prezentat mai sus, privind stabilirea punctelor unde trebuie transportat pămîntul rezultat din săpătură și cantitățile respective, formularea modelului matematic poate fi făcută în modul următor.

Conform datelor proiectului, presupunem că avem de executat n săpături, iar pămîntul rezultat va trebui transportat în r umpluturi sau depozite, cu ajutorul a diferite mijloace m de săpătură și transport aflate la dispoziție.

Cantitățile de pămînt provenite din cele n săpături vor trebui transportate în cantitățile a_1, a_2, ... a_n pînă la cele r umpluturi, respectiv în cantitățile b_1, b_2, ... b_r, presupunînd că pămîntul respectiv poate fi transportat în oricare din zonele de umplutură sau depozit.

Dacă notăm cu C_{ijk} costul săpării și transportului a 1 m³ pămînt din j săpături pînă la k umpluturi, cu ajutorul a i mașini sau grupuri de mașini, cost care este cunoscut pentru toate combinațiile posibile (ijk), atunci problema de optimizare propusă se rezumă la a găsi cantitățile de pămînt X_{ijk}, care trebuie să fie săpate și transportate pentru jk situații cu ajutorul a i mașini sau grupuri de mașini, care fac minim costul total al executării lucrărilor.

Avînd în vedere faptul că pămîntul rezultat din săpătură poate fi transportat atît în umplutură, cît și în depozit și că pămîntul necesar realizării umpluturilor poate proveni atît din săpătură, cît și din gropi de împrumut, se introduc după caz notații suplimentare.

Să notăm cu a_j^s volumul unei săpături și cu b_k^n volumul unei umpluturi.

Condiția de eficiență pentru modelul matematic care exprimă funcția economică se poate prezenta sub forma:

$$F = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{r} X_{ijk} \cdot C_{ijk} = \text{minim} \qquad (11)$$

în care:

X_{ijk} sînt valorile optime căutate, reprezentînd cantitățile de pămînt, exprimate în m³, care trebuie transportate din j săpături pînă în k umpluturi, cu ajutorul a i mașini sau grupuri de mașini;

C_{ijk} — costurile exprimate în lei/m³ pentru săparea și transportul a 1 m³ pămînt din j săpături pînă la k umpluturi, cu ajutorul a i mașini sau grupuri de mașini.

Expresia care exprimă funcția economică este limitată de o serie de condiții tehnice care determină rezolvarea ei.

Pe baza condițiilor limită, se obține un sistem de egalități și inegalități:

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{r} X_{i1k} = a_1 \\ \sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{r} X_{i2k} = a_2 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{r} X_{ijk} = a_j \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{r} X_{ink} = a_n \end{array}\right\} \qquad (12)$$

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} X_{ij1} = b_1 \\ \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} X_{ij2} = b_2 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{i=1}^{m} \sum_{l=1}^{n} X_{ijk} = b_k \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} X_{ijr} = b_r \end{array}\right\} \qquad (13)$$

$$\left.\begin{array}{l}
\sum\limits_{j=1}^{n}\sum\limits_{k=1}^{r} X_{1jk} \leqslant d_1 \\
\sum\limits_{j=1}^{n}\sum\limits_{k=1}^{r} X_{2jk} \leqslant d_2 \\
\dots\dots\dots\dots\dots \\
\sum\limits_{j=1}^{n}\sum\limits_{k=1}^{r} X_{ijk} \leqslant d_i \\
\dots\dots\dots\dots\dots \\
\sum\limits_{j=1}^{n}\sum\limits_{k=1}^{r} X_{mjk} \leqslant d_m
\end{array}\right\} \quad (14)$$

însă

$$\sum_{j=1}^{n} a_j = \sum_{k=1}^{r} b_k = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{r} X_{ijk} \leqslant \sum_{i=1}^{m} d_i \quad (15)$$

$$X_{ijk} \geqslant 0 \quad a_j \geqslant 0 \quad b_k \geqslant 0 \quad d_i \geqslant 0 \quad (16)$$

unde :

$i = 1,2 \dots m$

$j = 1,2 \dots n$

$k = 1,2 \dots r$

Sistemul de condiţii (12) arată că totalul pămîntului excavat din j săpături cu ajutorul a i maşini sau grupuri de maşini trebuie să fie egal cu volumul săpăturii propriu-zise, iar sistemul de condiţii (13) arată că pămîntul depus în k umpluturi sau depozite trebuie să fie egal cu volumul umpluturii propriu-zise. Deci, primul grup de condiţii asigură transportul cantităţii totale de pămînt rezultat din săpătură, iar cel de-al doilea grup de condiţii asigură ca necesarul de pămînt pentru umplutură să fie satisfăcut. Rezultă de aici că sumele celor două sisteme de ecuaţii trebuie să fie egale :

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{r} X_{ijk} = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} X_{ijk} = a_j = b_k. \quad (17)$$

Sistemul de condiţii (14) arată că totalul lucrărilor de pămînt realizat cu ajutorul a i maşini sau grupuri de maşini trebuie să fie cel puţin egal cu suma capacităţilor lor de producţie.

Capacitatea de producţie este mărimea producţiei realizate de i maşini sau grupuri de maşini, într-un anumit timp de lucru t_i^a, respectiv :

$$d_i \geqslant \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{r} X_{ijk} = \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{r} Q_{ijk}\cdot t_i^a \quad (18)$$

în care :

- Q_{ijk} este productivitatea de exploatare, exprimată în m³/schimb, a i maşini sau grupuri de maşini, în cazul a j săpături şi k umpluturi ($Q_{ijk} = Q_{ijk}^i \cdot M_i$)
- Q_{ijk}^i – productivitatea de exploatare a unei maşini din grupul de maşini ;
- t_i^a – timpul admisibil de lucru al i maşini, în perioada de lucru planificată ;
- M_i – numărul total al maşinilor din grupul i.

Sistemul de condiţionări (15) reprezintă condiţia de bază între volumul pămîntului din săpătură şi al celui din umplutură. Îndeplinirea acestei condiţii garantează valabilitatea întregului sistem de condiţionări luate în considerare.

Sistemul de condiţionări (16) arată că toate valorile necunoscute X_{ijk} trebuie să fie pozitive.

Funcţia economică optimă (11) se determină ţinînd seama de costurile directe de executare a operaţiilor pe cale mecanizată şi de condiţiile suplimentare (14), pe baza numărului de maşini i (excavatoare, screpere, buldozere, gredere etc.), luîndu-se în considerare toate combinaţiile (ijk) posibile.

De remarcat faptul că, prin aplicarea considerentelor expuse mai sus, nu se poate obţine o optimizare după mai multe criterii în acelaşi timp, respectiv din punctul de vedere al preţului de cost, al numărului de maşini sau al duratei de execuţie.

Rezolvarea modelului matematic tridimensional expus mai sus este destul de dificilă şi, pentru acest motiv, problema optimizării lucrărilor de pămînt luată în considerare poate fi soluţionată prin reducerea programării liniare la o problemă cu două variabile, în cazul în care transportul pămîntului se face de la cîteva puncte în săpătură pînă la cîteva puncte de umplutură, cu ajutorul unei anumite categorii de maşini (fig. 4).

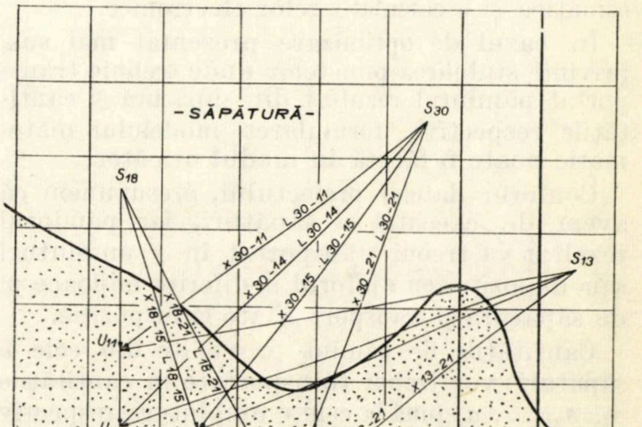


Fig. 4 – Transportul pămîntului, în cazul platformei date, de la cîteva puncte în săpătură la cîteva puncte în umplutură, cu ajutorul unei anumite categorii de maşini

Modelul matematic tridimensional poate fi redus în această situaţie la forma unui model bidimensional prin adoptarea unor premise mai simple, respectiv prin alegerea unui singur utilaj, cel mai adecvat, adică un utilaj prin a cărui folosire se obţine costul cel mai mic. Deci, dacă $C_{ijk} = C^i_{jk}$ min, modelul matematic se reduce la expresia

$$F = \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{r} C_{jk} \cdot X_{jk} = \text{min.} \tag{19}$$

În acest caz condiţiile sînt cele din tabela 5.

X_{jk} este volumul optim pentru transportul din j săpături pînă la k umpluturi, cu ajutorul maşinii sau grupului de maşini stabilit dinainte.

C_{jk} — costul săpării şi transportului a 1 m³ pămînt din săpătura j pînă la umplutura k.

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{k=1}^{r} X_{1k} = a_1 \\ \sum_{k=1}^{r} X_{2k} = a_2 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{k=1}^{r} X_{jk} = a_j \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{k=1}^{r} X_{nk} = a_n \end{array}\right\} \tag{20}$$

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{j=1}^{n} X_{j1} = b_1 \\ \sum_{j=1}^{n} X_{j2} = b_2 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{j=1}^{n} X_{jk} = b_k \\ \cdots\cdots\cdots \\ \sum_{j=1}^{n} X_{jr} = b_r \end{array}\right\} \tag{21}$$

unde

$$X_{jr} \geqslant 0 \quad (j = 1,2 \ldots m;\ k = 1,2 \ldots r).$$

Rezolvarea sistemului de ecuaţii pentru optimizarea transportului pămîntului rezultat din săpături a fost făcută la calculatorul electronic IBM 360/40.

Pentru efectuarea calculelor s-a folosit subprogramul de bibliotecă TRAN care permite rezolvarea problemei transporturilor.

Acest subprogram a fost utilizat în cadrul unui program director care a apelat la subprogramul TRAN în cazul în care s-a urmărit de-

Tabela 5

Condiţionările care limitează funcţia economică

j săpături \ k umpluturi	Succesiunea umpluturilor (1)	(2)	...	(k)	...	(r)	Vol. săpăturilor în m³
Succesiunea săpăturilor (1)	X_{11} C_{11}	X_{12} C_{12}	... ...	X_{1k} C_{1k}	... ...	C_{1r} C_{1r}	a_1
(2)	X_{21} C_{21}	X_{22} C_{22}	... ...	X_{2k} C_{2k}	... ...	X_{2r} C_{2r}	a_2
...	...	...	...	...	...	...	...
(j)	X_{jl} C_{jl}	X_{j2} C_{j2}	... ...	X_{jk} C_{jk}	... ...	X_{jr} C_{jr}	a_j
...	...	...	...	...	...	...	...
(n)	X_{nl} C_{nl}	X_{n2} C_{n2}	... ...	X_{nk} C_{nk}	... ...	X_{nr} X_{nr}	a_n
volumul umpluturilor, în m³	b_1	b_2	...	b_k	...	b_r	

terminarea soluţiei pe matricea distanţelor şi în cazul în care s-a urmărit determinarea soluţiei pe matricea costurilor.

Transformarea matricii distanţelor în matricea costurilor a fost făcută automat de către calculatorul electronic.

Schema logică de asamblare a acestor programe este prezentată în figura 5, iar subrutina cost care intervine în această schemă este detaliată în figura 6.

Subrutina TRAN este tratată printr-un algoritm clasic din metoda transporturilor pe care nu am mai considerat necesar a-l detalia.

În schema logică prezentată s-au folosit următoarele notaţii :

n	=	număr de linii
r	=	număr de coloane
$s(j)$	=	vectorul săpătură $l \leqslant j \leqslant M$
$U(k)$	=	vectorul umplutură $l \leqslant k \leqslant M$
$D(J, K)$	=	matricea distanţelor
TRAN	=	denumirea subprogramului pentru rezolvarea problemei transporturilor
$X(j, k)$	=	cantitatea de pămînt transportată de la j la k
L	=	distanţă fictivă
C	=	costul săpării şi transportului pămîntului pe distanţa L
COST (L, C)	=	subrutină care permite determinarea costului transportului C, cu mijlocul de transport cel mai adecvat în funcţie de distanţa de transport L

Rezultatele obţinute de calculator sînt prezentate în tabela 6.

Folosind valorile determinate de calculator au fost întocmite schemele de distribuţie din

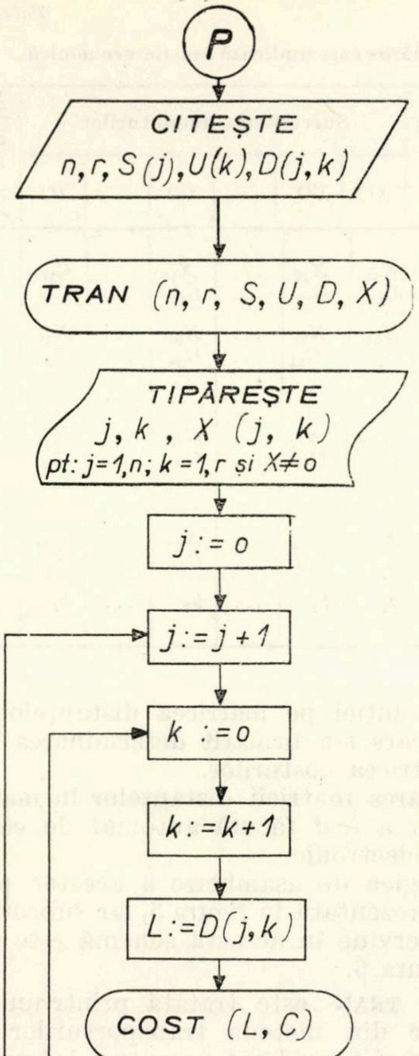


Fig. 5 – Schema logică de asamblare a programelor pentru rezolvarea la calculatorul IBM 360/40 a problemei transportului pămîntului din săpătură în umplutură

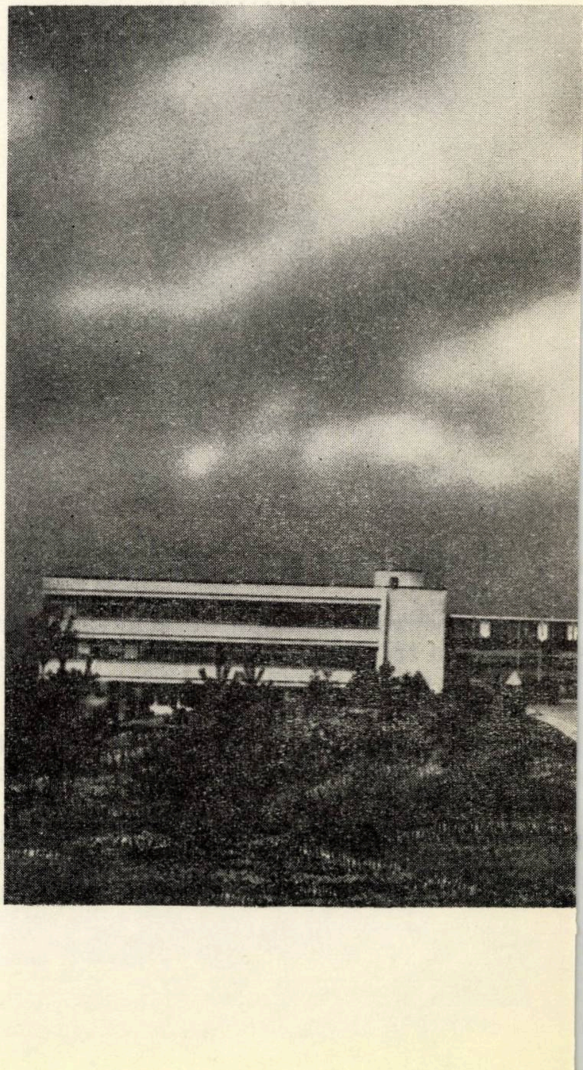
figura 7, care arată zonele în care trebuie transportat pămîntul rezultat din săpătură, în vederea obținerii unui cost minim al lucrărilor.

Se poate constata că soluția obținută în cazul analizat este aceeași, atît pentru situația în care se lucrează cu matricea distanțelor, cît și pentru situația în care se lucrează cu matricea costurilor.

Prin urmare, este demn de menționat că, în cazul cînd nu apar perturbații importante în relieful termenului examinat, analiza transporturilor făcută pe bază de costuri poate duce la rezultate identice cu cele provenite din analiza transporturilor făcută pe baza distanțelor.

În lumina problemelor studiate se pot desprinde unele generalizări și concluzii privind optimizarea alegerii mașinilor și utilajelor de construcții pentru executarea acestei categorii de lucrări.

Aplicînd metodele programării liniare în ceea ce privește utilajele optime pentru execu-



Uzina de autoturisme de la Pitești

tarea lucrărilor de pămînt, după cum rezultă din relaţiile (3), (6) şi (9), apare că soluţia cea mai eficientă sub aspectul costului este folosirea buldozerului pentru o distanţă de transport $L \leqslant 10{,}10$ m (deci în imediata vecinătate a cotei zero), a screperului pentru distanţa $10{,}1 \leqslant L \leqslant 548$ M şi a excavatorului lucrînd cu autobasculante, pentru distanţa $L \geqslant 548$ M.

Pe această bază s-a făcut repartiţia pe utilaje. Rezultă că din întreaga cantitate de săpătură care trebuie realizată ($V_s = 344\ 260$ m³), cantitatea $V_{s1} = 120\ 050$ m³ (35 %) se execută cu screperul şi cantitatea $V_{s2} = 224\ 210$ m³ (65 %) cu excavatorul.

Cunoscînd volumul de lucrări care trebuie să fie executat cu ajutorul screperelor şi cel care trebuie executat cu excavatoarele, putem determina proporţia între numărul excavatoarelor şi cel al screperelor.

Tipul de screpere şi de excavatoare fiind stabilit de la început, determinăm, pe baza productivităţilor respective, proporţia căutată.

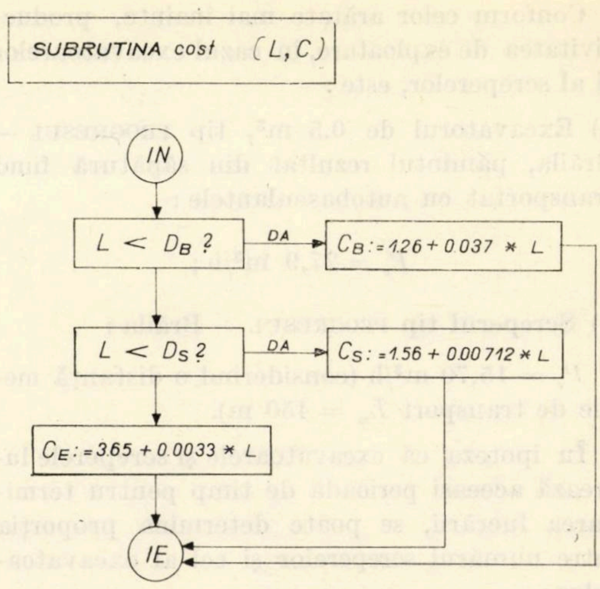


Fig. 6 — Detalierea subrutinei cost care intervine în schema logică de asamblare a programelor pentru rezolvarea la calculatorul IBM 360/40 a problemei transportului pămîntului din săpătură în umplutură, în funcţie de distanţa de transport şi de mijlocul de săpătură şi de transport utilizat

Conform celor arătate mai înainte, productivitatea de exploatare, în cazul excavatoarelor şi al screperelor, este :

a) Excavatorul de 0,5 m³, tip PROGRESUL — Brăila, pămîntul rezultat din săpătură fiind transportat cu autobasculantele :

$$P_e = 27,9 \text{ m}^3/\text{h};$$

b) Screperul tip PROGRESUL — Brăila :

$P_e = 15,70$ m³/h (considerînd o distanţă medie de transport $L_m = 450$ m).

În ipoteza că excavatoarele şi screperele lucrează aceeaşi perioadă de timp pentru terminarea lucrării, se poate determina proporţia între numărul screperelor şi cel al excavatoarelor :

$$\frac{0,65\,V}{27,9\,n_e} = \frac{0,35\,V}{15,70\,n_s} \qquad (22)$$

în care :

V este volumul total al săpăturii care trebuie executată

n_e — numărul total al excavatoarelor

n_s — numărul total al screperelor.

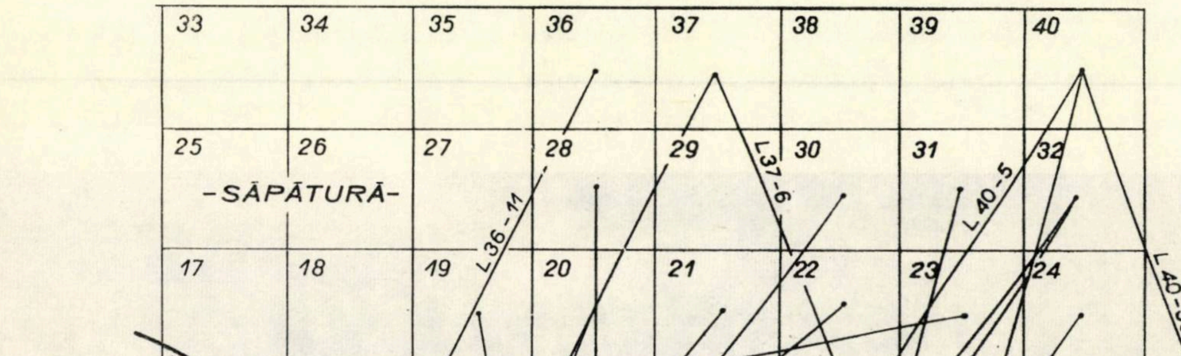
Din expresia (22) rezultă :

$$\frac{n_e}{n_s} = \frac{0,65\cdot15\cdot70}{0,35\cdot27\cdot9} = 1,05.$$

Rezultă deci că, în cazul lucrării de faţă, numărul excavatoarelor este mai mare cu 5% decît al screperelor.

După cum s-a arătat, 35% (120 050 m³) se execută cu screperele, iar 65% (224 210 m³) se execută cu excavatoarele.

Este interesant de examinat situaţia distanţelor de transport al pămîntului, aşa cum rezultă ele din eşalonarea indicată de calculator.



a

Fig. 7 — a — Schemele de distribuţie optimă pentru transportul pămîntului din săpătură în umplutură cu screperul

Folosind datele din tabela 7, putem grupa volumele de pămînt după distanţele de transport şi întocmi curba de frecvenţă a distanţelor de transport (fig. 8).

Examinînd curba de frecvenţă rezultată, se constată un vîrf în zona distanţelor de transport 500—600 m. Din volumul total de 344260 m³ care trebuie transportaţi din săpătură în umplutură, o cotă de 30% (106 550 m³) se transportă cu screperele sau cu excavatoarele la distanţe de 500—600 m.

Aceasta înseamnă că distanţa economică de transport variază în jurul acestor limite, iar lucrările vor trebui organizate ţinîndu-se seama de aceste aspecte.

Se pot desprinde şi concluzii cu privire la stabilirea costului lucrărilor ce urmează a fi executate.

Astfel, cu ajutorul repartiţiei optime indicate de calculator şi al costurilor unitare se poate face o evaluare rapidă a costului total al lucrărilor de săpare şi transport al pămîntului rezultat, folosind relaţia care exprimă funcţia economică minimă :

$$F = \sum X_{jk} \cdot C_{jk} \min$$

$$F = 6\,900 \times 4{,}05 + 28\,760 \times 4{,}764 + 106\,950 \times$$

$$\times 5\,375 + 76\,700 \times 5\,795 + 76\,580 \times 6\,175 +$$

$$+ 24\,630 \times 6\,455 + 6\,800 \times 6\,785 + 17\,340 \times$$

$$\times 7\,080 = 1\,982\,000 \text{ lei.}$$

În cazul executării lucrărilor de pămînt este posibil, în special în situaţia unor reliefuri de teren cu variaţii pronunţate, să apară soluţii diferite, ceea ce poate justifica în astfel de situaţii o analiză de genul celei întocmite în prezentul studiu.

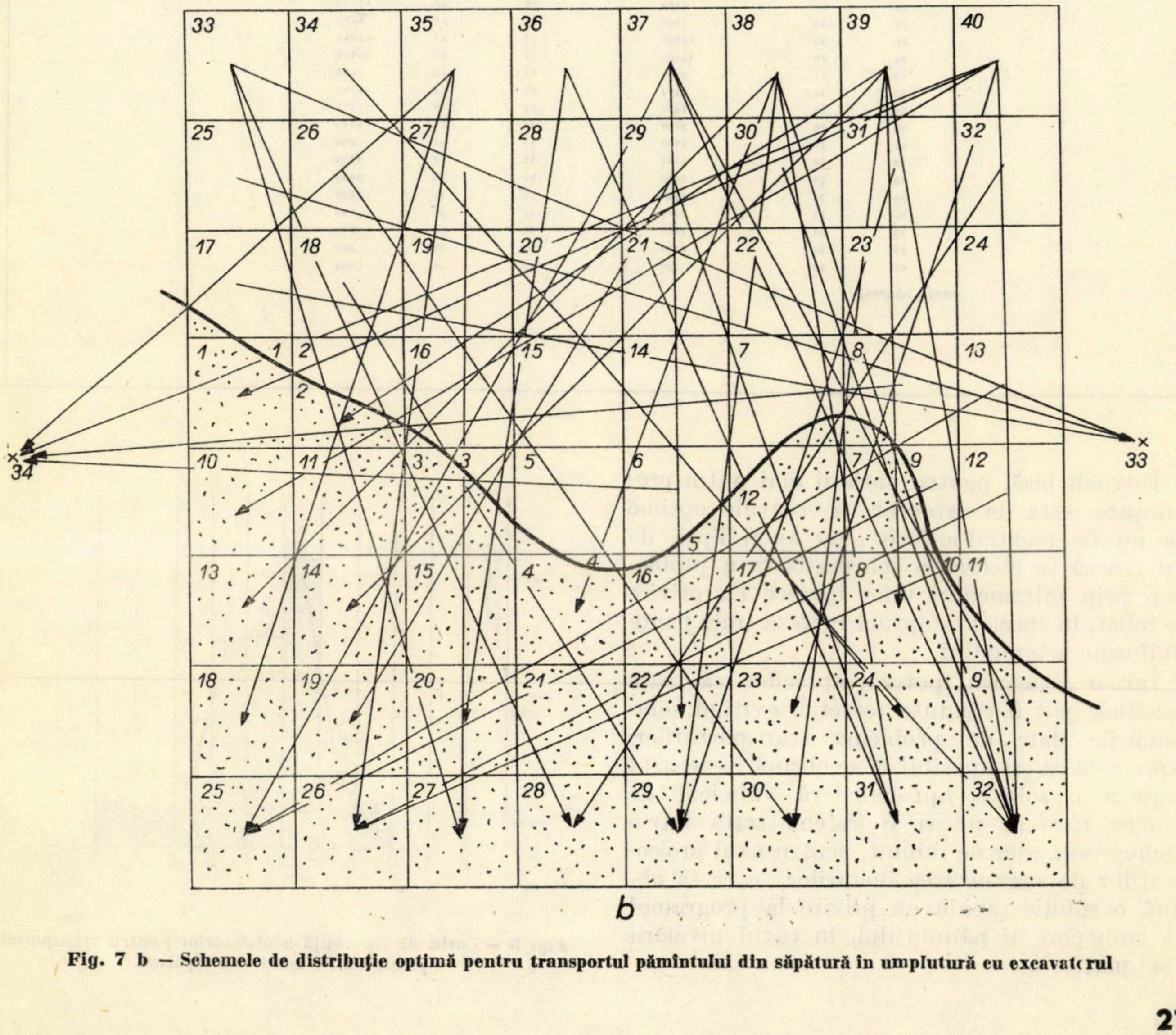


Fig. 7 b — Schemele de distribuţie optimă pentru transportul pămîntului din săpătură în umplutură cu excavatorul

// EXEC

CONSUMATOR DISPONIBIL

(1615)

(1615)

SOLUTIA OPTIMA
****

FURNIZOR	CONSUMATOR	CANTITATE TRANSPORTATA
1	25	200
2	25	1100
37	3	600
40	5	500
37	6	800
39	8	5040
5	25	1900
6	34	900
7	31	2280
36	11	5150
32	12	3500
11	33	1600
13	25	8580
38	13	11080
16	30	2320
18	29	5570
39	14	9850
21	19	9100
32	16	5980
31	17	7150
23	34	9280
25	33	7920
26	30	10320
36	20	11160
29	31	7900
30	32	7130
34	24	8800
32	28	8700
35	26	4900
33	28	1600
38	29	3220
34	32	2340
36	31	2270
38	31	2510
39	32	2030
40	33	520

FURNIZOR	CONSUMATOR	CANTITATE TRANSPORTATA
40	1	1120
39	2	800
38	4	4300
3	25	600
40	7	1100
4	25	400
37	9	7620
40	10	7260
8	34	4460
9	25	1000
10	26	200
12	26	2400
14	32	4620
15	31	4080
17	33	2120
19	28	5580
20	26	10650
30	15	7700
22	18	8760
35	18	5860
24	22	11180
29	19	6250
27	27	12940
28	21	13400
37	22	3180
40	23	10140
31	29	7370
37	25	8770
33	27	880
33	33	5840
39	30	3800
35	34	3720
37	32	450
38	32	170
40	32	260
40	34	1460

MINIM TONE*KM.= 0

Întrucît însă, pentru variații mai puțin pronunțate, este de așteptat ca soluțiile optime să nu fie esențial diferite, nu ar fi lipsit de interes să se încerce o schematizare a problemei prin intermediul unor ipoteze cu privire la relief, în special adoptînd ipoteza unei pante uniforme a terenului.

Într-o asemenea ipoteză, apreciem că toate calculele pot fi conduse teoretic, evitînd soluționările date de problema transporturilor. Apreciem că este posibil să se obțină în această ipoteză o soluție aproximativă suficient de exactă, care ar putea fi sistematizată într-o nomogramă ușor de mînuit, pentru uzul proiectanților de organizarea lucrărilor, care să obțină o soluție rapidă cu privire la programul de transport al pămîntului, în cazul nivelării unei platforme.

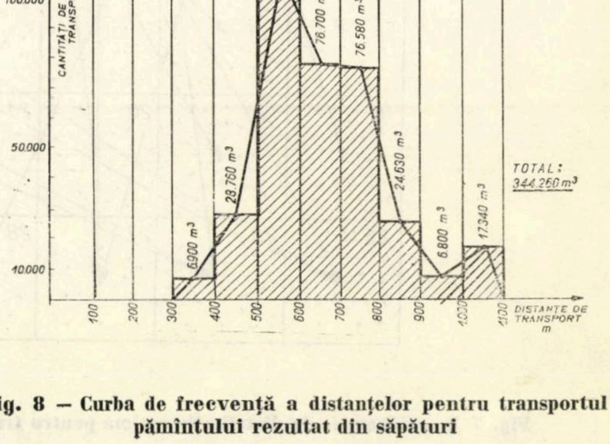


Fig. 8 — Curba de frecvență a distanțelor pentru transportul pămîntului rezultat din săpături

Bibliografie

[1] Negru R., Bogdan N., Tomşa F. ş.a. — *Tehnologia lucrărilor de construcţii* — Editura Tehnică, Bucureşti, 1964.

[2] Zlătescu I. — *Creşterea randamentului utilajelor în lucrările de îmbunătăţiri funciare.* Consiliul Superior al Agriculturii — Redacţia Revistelor Agricole — Bucureşti — 1968.

[3] * * * *Realizarea planului tehnic de stat şi a planurilor tehnice departamentale în construcţii pe anii 1960—1969*· Direcţia Centrală de Statistică, Bucureşti, 1970.

[4] * * * *Referat privind dotarea organizaţiilor de construcţii-montaj şi modul de folosire a principalelor utilaje din parcul acestora.* Comitetul de Stat al Planificării, Bucureşti, 1969.

[5] * * * *Catalog de utilaje pentru lucrări de construcţii.* INCERC, Bucureşti, 1961—1968.

[6] * * * *Utilaje de construcţii-montaj. Fişe tehnico-economice. Vol. I. şi II.* Ministerul Construcţiilor pentru Industria Chimică şi Rafinării. Bucureşti, 1966—1968.

Noul hotel „Jiul" la Craiova

Încercări pe elemente metalice încovoiate consolidate sub sarcină

Conf. dr. ing. C. DALBAN
Institutul de construcţii Bucureşti

1. INTRODUCERE

Consolidarea elementelor metalice sub încărcările de exploatare prezintă o importanţă deosebită pentru construcţii. Această soluţie apare adesea obligatorie, mai ales în cazul cînd structurile care necesită consolidarea sînt solicitate la eforturi unitare apropiate de rezistenţa admisibilă şi cînd nu există posibilitatea de a se efectua o descărcare sau o reducere a solicitărilor înainte de sudarea elementelor destinate să mărească secţiunea.

Există unele contradicţii în aplicarea metodelor clasice de calcul pentru consolidarea sub sarcină. Pentru a ilustra acest fapt se consideră o grindă încovoiată făcînd parte dintr-o construcţie metalică în exploatare, ce urmează să fie supusă la încărcări care produc eforturi unitare superioare rezistenţei admisibile.

Notînd cu W şi W_r modulul de rezistenţă al secţiunii de bază şi respectiv al secţiunii consolidate, cu σ_a rezistenţa admisibilă şi $K\sigma_a$ efortul unitar maxim în secţiunea grinzii în timpul consolidării, M momentul care produce efortul unitar $K\sigma_a$ şi $M_r = \alpha M$ ($\alpha > 1$), momentul încovoietor pe care urmează să-l preia grinda consolidată, se obţine :

$$W = \frac{M}{K\sigma_a}\,;\quad W_r = \frac{(\alpha-1)M}{(1-K)\sigma_a}\,;$$

$$\frac{W_r}{W} = \frac{K(\alpha-1)}{1-K}$$

dacă $K \to 1$ raportul $\frac{W_r}{W}$ capătă valori mari, ceea ce implică folosirea unei cantităţi importante de metal de adaos în vederea consolidării. Dacă $K \geqslant 1$ problema nu are soluţie.

În aceste condiţii apare indicat de a se recurge la considerarea proprietăţilor plastice ale oţelului şi de a se raporta la stadiul limită de distrugere plastică a grinzii. Este de presupus că distrugerea plastică, ce se caracterizează prin formarea articulaţiei plastice, nu este determinată numai de plastificarea grinzii încărcate, ci de plastificarea integrală a secţiunii consolidate, inclusiv a elementelor de consolidare. Este însă necesar ca pînă la formarea articulaţiei plastice să fie evitat orice fenomen de voalare plastică sau de pierdere generală a stabilităţii.

2. DESFĂŞURAREA ÎNCERCĂRILOR

Încercările au fost efectuate asupra unor grinzi în dublu T de 120 mm înălţime şi au avut programul următor :

Dintr-un profil dublu T au fost extrase 10 grinzişoare de 1 200 mm lungime. Prin extragerea şi încercarea unor epruvete de tracţiune au fost determinate caracteristicile mecanice ale oţelului ; limita de curgere a fost în jurul a 2500 daN/cm², oţelul prezentînd un palier de curgere distinct.

Şase din aceste grinzi ($I_5 \ldots I_{10}$) au fost încercate la încovoiere plastică, conform schemei de încărcare din fig. 1. Ele au prezentat dia-

---

Notă. Încercările au fost efectuate în laboratorul Catedrei de construcţii metalice a Institutului de construcţii din Bucureşti (şef de catedră, prof. univ. emerit ing. Victor Popescu) în perioada noiembrie 1969 — aprilie 1970.

La lucrările experimentale au participat G. Manea şi I. Tarţa, studenţi în anul V al Facultăţii de construcţii din Institutul de construcţii Bucureşti.

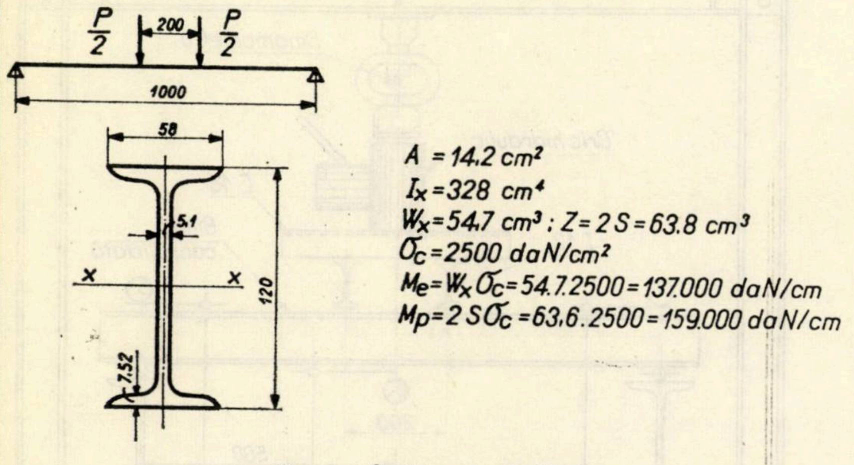


Fig. 1 — Încărcarea grinzilor I_{12}

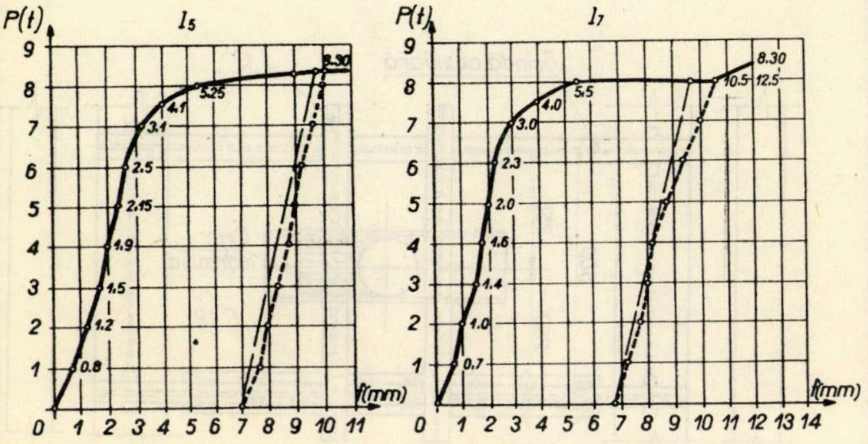


Fig. 2 — Diagramele încărcare-săgeată pentru grinzile I_{12}

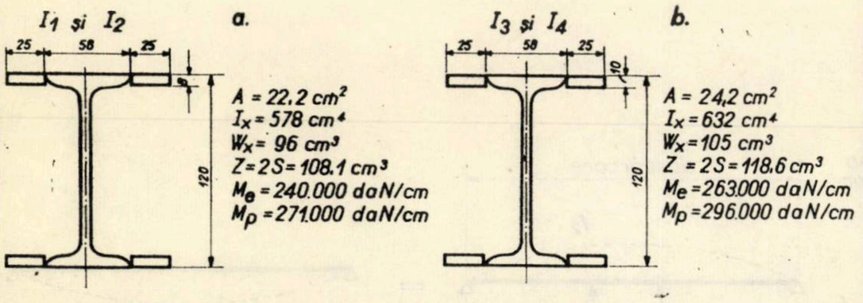


Fig. 3 — Elementele consolidate

grame încărcare-săgeată aproape identice. În fig. 2 sînt arătate exemplificativ două din aceste diagrame.

Patru grinzi au fost consolidate în condiţii diferite. Două din acestea (I_1 şi I_2) au fost consolidate cu lamele din oţel lat conform schemei din fig. 3*a*, iar două (I_3 şi I_4) conform schemei din fig. 3*b*. Lamelele au avut lungimea de 800 mm. Pentru a obţine rezultate comparabile, oţelul lat folosit a fost ales cu aceeaşi limită de curgere ca şi a profilului dublu T (σ_c=2500 daN/cm² cu un palier de curgere distinct).

Consolidările au fost efectuate în două moduri diferite.

Grinzile I_2 şi I_3 au fost consolidate fără a fi încărcate, în timp ce grinzile I_1 şi I_4 au fost consolidate sub sarcină în dispozitivul arătat în fig. 4. Încărcarea la care s-a efectuat consolidarea a fost P =5,0 t (2×2,5 t) aplicată în acelaşi mod ca la grinzile neconsolidate ($I_5 \ldots I_{10}$). Această încărcare corespunde unui efort unitar maxim în talpă de aproximativ 1800 daN pe cm².

Grinda auxiliară utilizată pentru încărcare a permis să se asigure stabilitatea sistemului şi, în acelaşi timp, să se verifice constanţa deformaţiei generale (săgeţii) şi în consecinţă constanţa încărcării. Această măsură a apărut necesară datorită faptului că prin concentrarea căldurii provenite din sudare pe secţiunea relativ redusă a grinzii, în timpul consolidării s-au produs unele deformaţii (săgeţi) de natură termică cu valori în jurul a 1 mm.

După răcirea completă a grinzilor sudate, acestea au fost descărcate. Comporta-

rea grinzilor la descărcare a fost elastică. Ea s-a desfăşurat conform schemei din fig. 5.

Încărcarea finală a tuturor grinzilor a fost efectuată, conform schemei din fig. 6, pe presa Losenhausen pe care au fost încercate şi grinzile $I_5 \dots I_{10}$.

S-a adoptat acest procedeu de încărcare deoarece încărcarea cu cricul hidraulic nu permite să se urmărească cu o precizie suficientă deformaţiile în domeniul plastic.

Este necesar totuşi să se sublinieze că, deoarece descărcarea are loc în domeniul elastic, ea nu influenţează asupra comportării la încărcarea ulterioară a grinzii consolidate (a se vedea în fig. 7 comportarea grinzilor I_1 şi I_2).

În fig. 7 sînt prezentate diagramele încărcare-săgeată pentru elementele încercate.

În fig. 8 şi 9 sînt prezentate deformaţiile spcifice fibrelor, determinate cu ajutorul traductorilor electrici rezistivi.

3. CONSIDERAŢII PRIVIND REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

Din analiza diagramelor privind grinzile neconsolidate (fig. 2) se poate observa că ele se comportă corespunzător teoriei încovoierii plastice. Descărcarea şi reîncărcarea

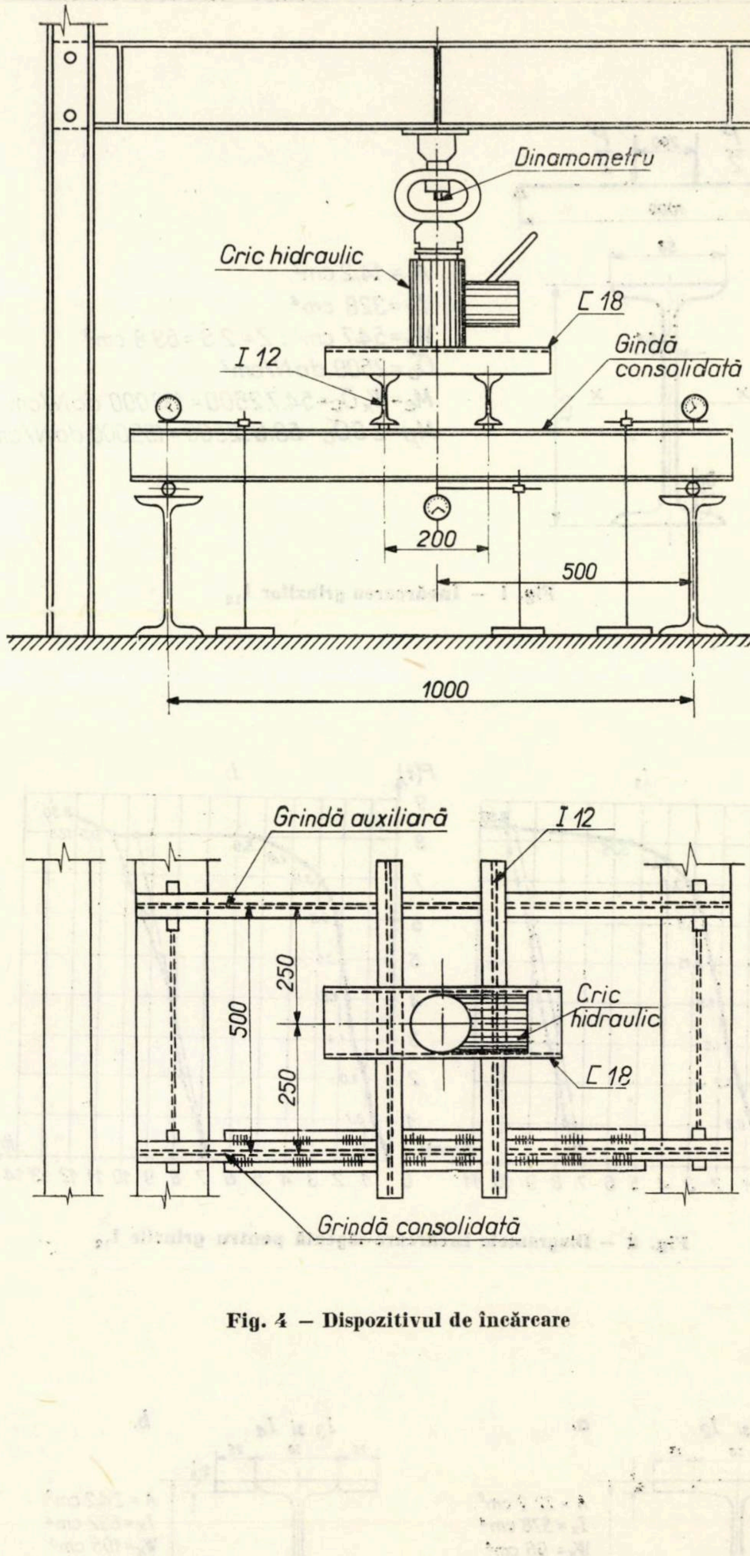


Fig. 4 — Dispozitivul de încărcare

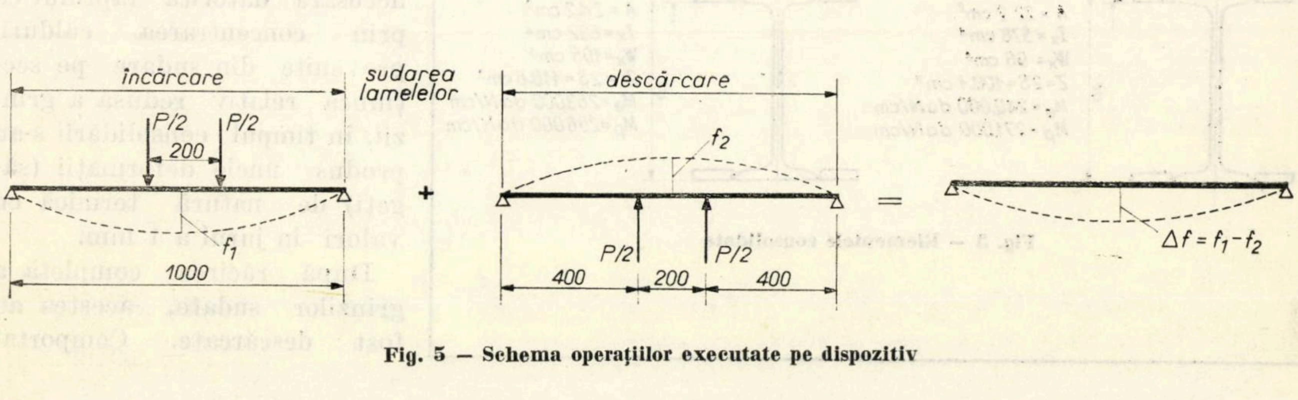


Fig. 5 — Schema operaţiilor executate pe dispozitiv

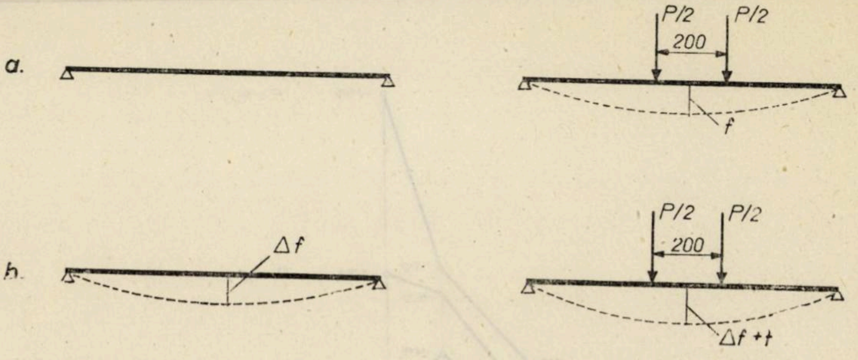


Fig. 6 — Schema de încărcare a elementelor consolidate

a — elementul consolidat neîncărcat
b — elementul consolidat sub sarcină

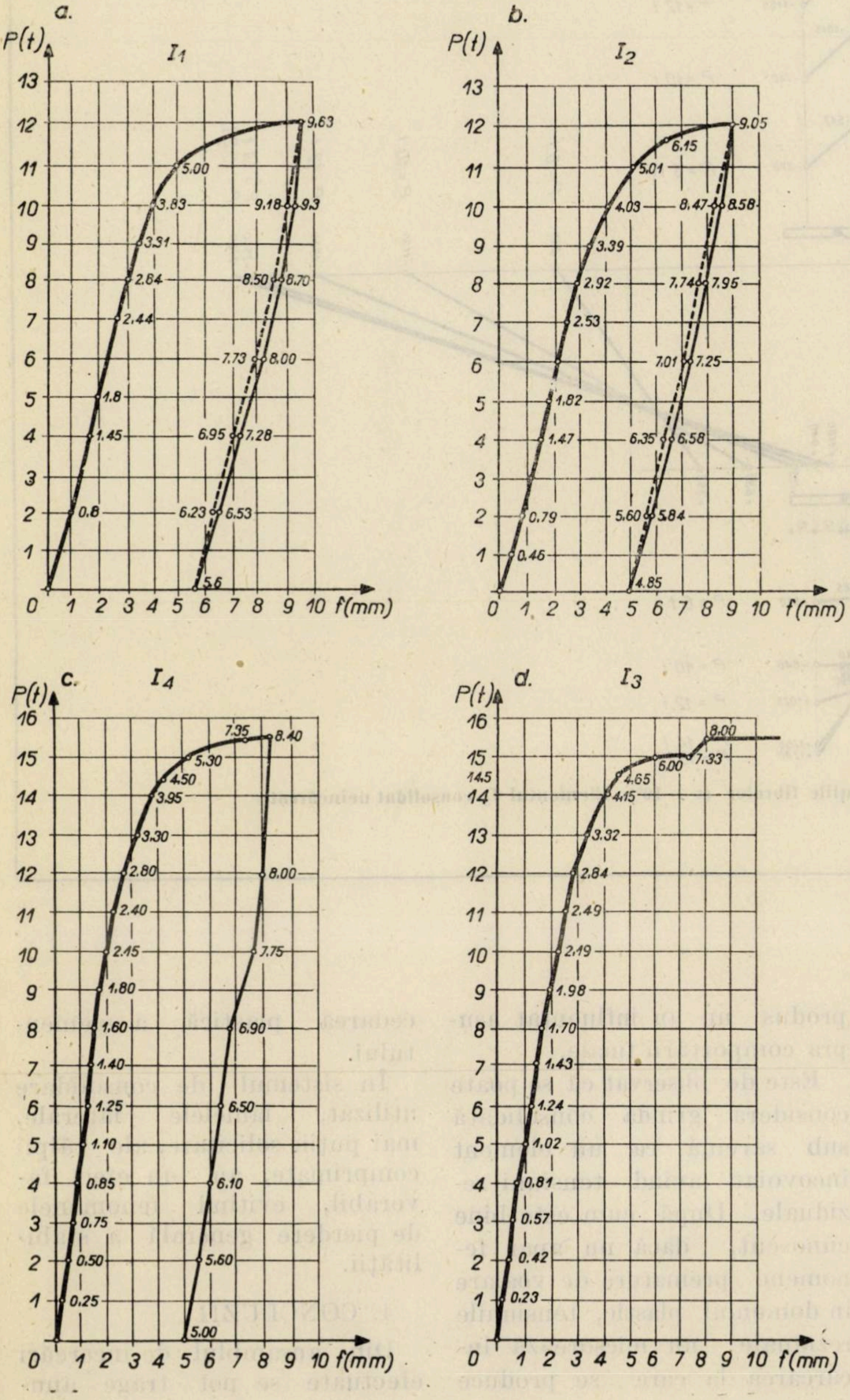


Fig. 7 — Diagramele încărcare-săgeată pentru elementele încercate

I_1 și I_4 — consolidate sub sarcină
I_2 și I_3 — consolidate neîncărcate

în domeniul plastic se produc elastic.

În ceea ce privește elementele consolidate, este ușor de observat că comportarea generală (variația săgeții în funcție de încărcare) este aceeași pentru grinda consolidată sub sarcină, ca și pentru grinda consolidată fără sarcină. Această comportare se explică prin faptul că deformațiile plastice ale fibrelor sînt împiedicate să se dezvolte datorită lamelelor sudate care rămîn încă solicitate în domeniul elastic.

Se produce o redistribuire plastică între talpă și cele două lamele adiacente, iar distrugerea plastică se produce atunci cînd secțiunea întreagă a elementului consolidat s-a plastificat.

Deformațiile fibrelor sînt de același ordin de mărime, pînă în apropierea încărcării de distrugere. Anumite neuniformități în distribuția deformațiilor specifice ale fibrelor se datoresc probabil tensiunilor reziduale din laminare sau sudare, ca și unor plastificări cu caracter local, dar în ansamblu

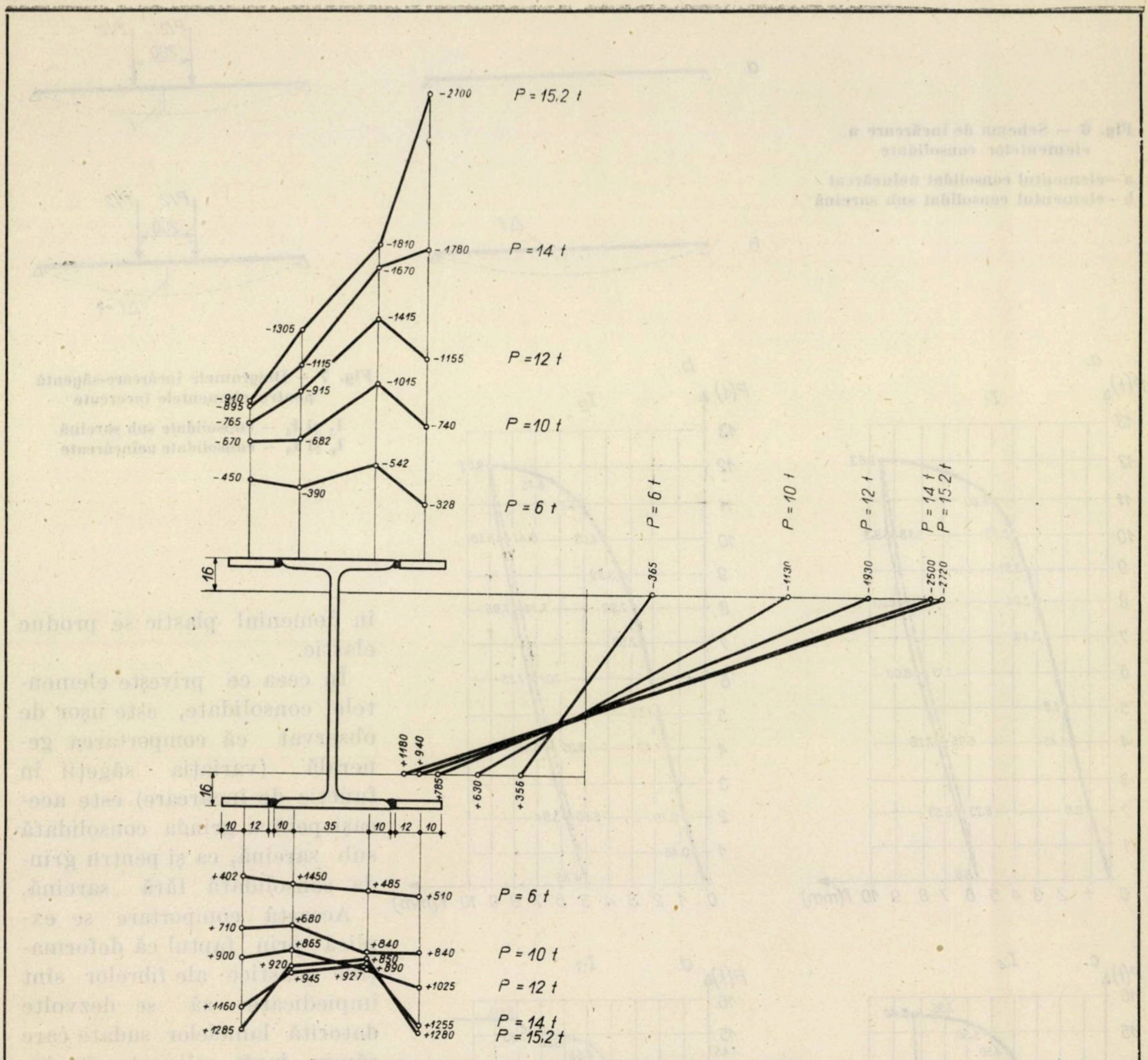


Fig. 8 — Deformaţiile fibrelor ($\varepsilon \times 10^6$). Elementul I_3 consolidat neîncărcat

ele nu influenţează comportarea generală.

Este interesant, de asemenea, să fie subliniate condiţiile destul de defavorabile ale operaţiilor de consolidare. Secţiunea grinzii a fost destul de mică şi efectul termic, realizat prin sudare, a fost concentrat. Cu toate acestea, deformaţiile reziduale care s-au produs nu au influenţat asupra comportării finale.

Este de observat că se poate considera grinda consolidată sub sarcină ca un element încovoiat avînd tensiuni reziduale. După cum este bine cunoscut, dacă nu apar fenomene premature de voalare în domeniul plastic, tensiunile reziduale nu micşorează încărcarea la care se produce cedarea plastică a elementului.

În sistemul de consolidare utilizat, lamelele laterale, mai puţin solicitate, ale tălpii comprimate, au un efect favorabil, evitînd fenomenele de pierdere generală a stabilităţii.

4. CONCLUZII

Din ansamblul de încercări efectuate se pot trage anu-

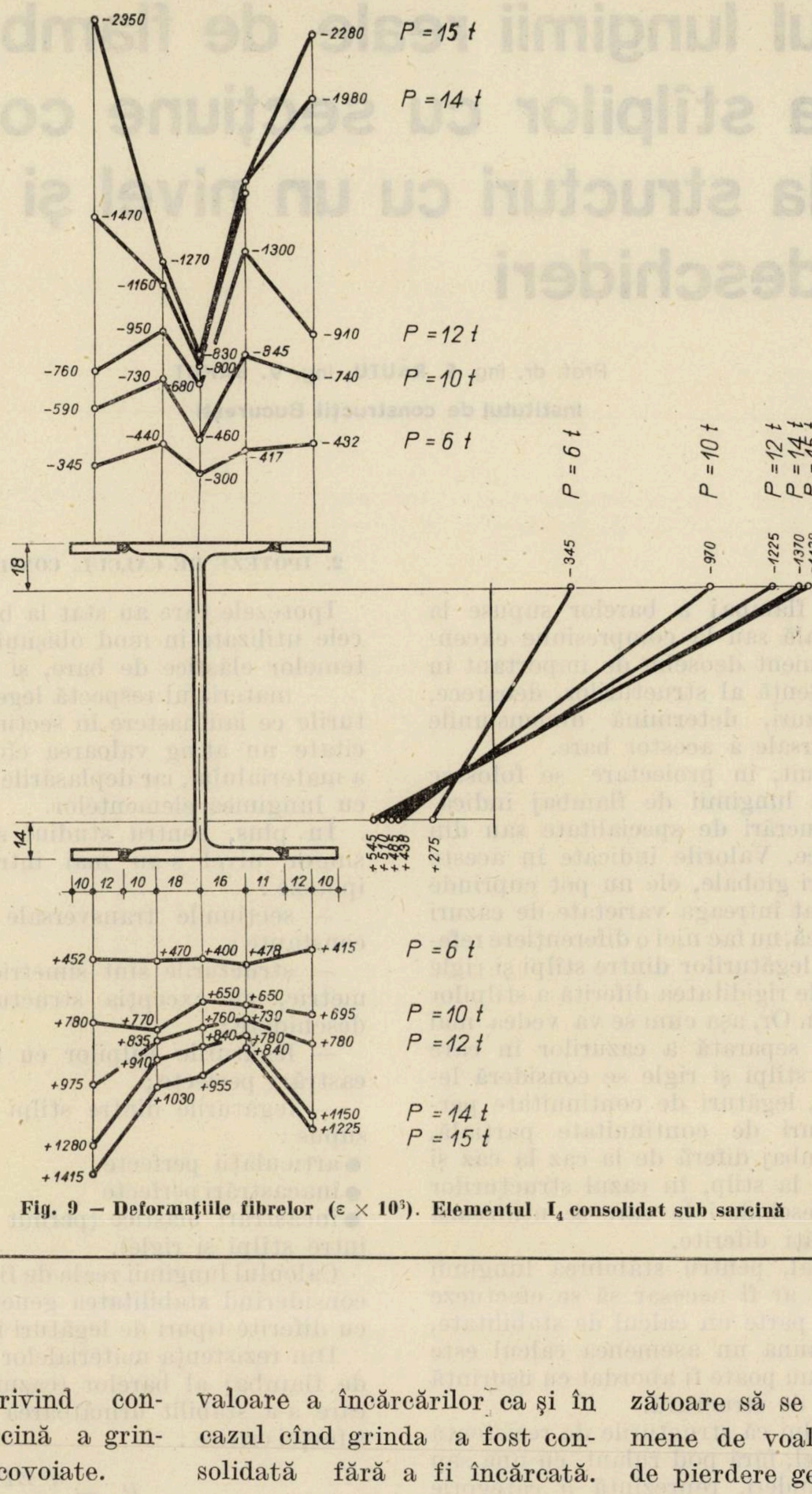


Fig. 9 — Deformațiile fibrelor ($\varepsilon \times 10^5$). Elementul I_4 consolidat sub sarcină

mite concluzii privind consolidarea sub sarcină a grinzilor metalice încovoiate.

1. Distrugerea plastică a unei grinzi în dublu T, avînd tălpile consolidate cu lamele sudate sub încărcări care produc eforturi unitare inferioare limitei de proporționalitate, se produce la aceeași valoare a încărcărilor ca și în cazul cînd grinda a fost consolidată fără a fi încărcată.

2. Comportarea celor două tipuri de grinzi este aproape aceeași, păstrînd caracterul elastic pînă în apropierea încărcării care produce distrugerea plastică. Este necesar însă ca prin măsuri corespunzătoare să se evite orice fenomene de voalare plastică sau de pierdere generală a stabilității.

3. Încărcarea de exploatare poate fi determinată prin afectarea încărcării care produce distrugerea plastică a grinzii consolidate cu un coeficient de siguranță adecvat.

Calculul lungimii reale de flambaj a stîlpilor cu secţiune constantă la structuri cu un nivel şi cu 1—3 deschideri

Prof. dr. ing. S. RĂUTU, ing. V. BĂNUŢ
Institutul de construcţii Bucureşti

1. INTRODUCERE

Lungimea de flambaj a barelor supuse la compresiune axială sau la compresiune excentrică este un element deosebit de important în calculul de rezistenţă al structurilor, deoarece, în anumite cazuri, determină dimensiunile secţiunii transversale a acestor bare.

În mod obişnuit, în proiectare se folosesc pentru stabilirea lungimii de flambaj indicaţiile din unele lucrări de specialitate sau din prescripţii tehnice. Valorile indicate în aceste lucrări sînt valori globale, ele nu pot cuprinde în mod diferenţiat întreaga varietate de cazuri întîlnite în practică, nu fac nici o diferenţiere referitoare la natura legăturilor dintre stîlpi şi rigle şi nu ţin seama de rigiditatea diferită a stîlpilor aceleiaşi structuri. Or, aşa cum se va vedea mai jos din tratarea separată a cazurilor în care legăturile dintre stîlpi şi rigle se consideră legături articulate, legături de continuitate perfectă sau legături de continuitate parţială, lungimea de flambaj diferă de la caz la caz şi chiar de la stîlp la stîlp, în cazul structurilor cu mai multe deschideri la care se utilizează stîlpi cu rigidităţi diferite.

În mod normal, pentru stabilirea lungimii reale de flambaj ar fi necesar să se efectueze în fiecare caz în parte un calcul de stabilitate, însă nu întotdeauna un asemenea calcul este justificat şi nici nu poate fi abordat cu uşurinţă pentru orice tip de structură.

Datorită faptului că structurile de rezistenţă cu un singur nivel, fără pod rulant, cu una sau mai multe deschideri, reprezintă o categorie de structuri utilizate în practică, ne-am propus ca în această lucrare să prezentăm pe scurt modul de calcul al lungimii reale de flambaj a stîlpilor şi, totodată, să dăm o serie de grafice care să permită stabilirea cu uşurinţă a lungimii de flambaj.

De asemenea, concomitent cu tratarea cazurilor respective, se vor face comparaţii între rezultatele obţinute printr-un calcul exact şi lucrările de specialitate sau prescripţiile tehnice.

2. IPOTEZE DE CALCUL. CONSIDERAŢII TEORETICE

Ipotezele care au stat la baza calculelor sînt cele utilizate în mod obişnuit în stabilirea sistemelor elastice de bare, şi anume :

— materialul respectă legea lui Hooke, eforturile ce iau naştere în secţiunile cele mai solicitate nu ating valoarea efortului de curgere a materialului, iar deplasările sînt mici în raport cu lungimea elementelor.

În plus, pentru studiul structurilor cu un singur nivel s-au mai introdus următoarele ipoteze :

— secţiunile transversale ale barelor sînt constante ;

— structurile sînt simetrice şi încărcate simetric, cu excepţia structurii cu o singură deschidere ;

— legăturile stîlpilor cu fundaţiile sînt încastrări perfecte ;

— legăturile dintre stîlpi şi rigle s-au presupus :

- articulaţii perfecte
- înacastrări perfecte
- încastrări elastice (permit deplasări relative între stîlpi şi rigle).

Calculul lungimii reale de flambaj s-a efectuat considerînd stabilitatea generală a structurilor cu diferite tipuri de legături între stîlpi şi rigle.

Din rezistenţa materialelor se cunosc cazurile de flambaj al barelor (cazurile Euler) pentru care s-a stabilit următoarea expresie generală a forţei critice :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_f^2}$$

unde l_f reprezintă lungimea de flambaj şi este distanţa dintre două puncte succesive de inflexiune ale fibrei medii deformate.

În cazul structurilor de rezistenţă, forţa critică de pierdere a stabilităţii se poate scrie sub forma :

$$P_{cr} = \frac{v_{cr}^2 EI}{l^2}$$

unde $v_{cr}=kl$ şi reprezintă parametrul de încărcare a unei bare.

Egalînd cele două expresii ale sarcinii critice rezultă :

$$\frac{\pi^2}{l_f^2}=\frac{v_{cr}^2}{l^2} \text{ sau } \frac{\pi}{v_{cr}}=\frac{l_f}{l}=\mu, \text{ deci } l_f=\mu l.$$

unde cu μ s-a notat coeficientul lungimii de flambaj.

Deci lungimea de flambaj se va obţine prin multiplicarea lungimii reale a barei solicitată de forţe axiale cu coeficientul μ. Pentru cazul general al barei i din structură se va obţine :

$$l_{if}=\frac{\pi}{v_{i\,cr}}l_i=\mu_i l_i.$$

În această lucrare s-au studiat structurile cu una, două şi trei deschideri în ipotezele enunţate anterior, au fost stabilite valorile parametrilor critici ($v_{i\,cr}$), în funcţie de tipul de structură şi tipul de încărcare, şi au fost întocmite grafice ale variaţiei parametrilor critici de încărcare. Aceste grafice permit stabilirea parametrului critic de încărcare pentru orice stîlp şi, implicit, a lungimii de flambaj, fără ca proiectantul să efectueze un calcul de stabilitate. Singurele date necesare pentru această operaţie sînt raportul rigidităţilor stîlpilor, raportul rigidităţilor riglei şi stîlpului etalon şi raportul forţelor axiale ce acţionează asupra stîlpilor sau numai o parte dintre ele, după cum se consideră articulaţii sau încastrări între stîlpi şi rigle.

Calculele de stabilitate s-au efectuat utilizînd metoda eforturilor sau metoda deplasărilor, în funcţie de avantajele pe care le prezintă aplicarea uneia sau alteia dintre metode pentru cazurile de structuri studiate. Modul de utilizare a graficelor de variaţie a parametrilor critici de încărcare va fi detaliat pentru fiecare tip de structură în parte.

3. EXEMPLE DE CAZURI STUDIATE

a. Stîlpi articulaţi la capătul superior

Pentru exemplificare, se consideră structurile din figurile 1*a* şi 1*b*. Calculul parametrilor critici se poate efectua fie prin metoda eforturilor, fie prin metoda deplasărilor.

În cazul structurii din figura 1*a*, pierderea stabilităţii are loc prin deformata antisimetrică, iar ecuaţia de condiţie şi respectiv ecuaţia de stabilitate au forma :

— în metoda eforturilor

$$X_1\,\delta_{11}=0 \quad \text{respectiv} \quad \delta_{11}=0$$

$$\text{unde } \delta_{11}=\frac{2l^3}{3EI}\left[\frac{1}{\beta}\theta_1(v_2)+2\theta_1(v_1)\right]$$

În această relaţie $v_1=l\sqrt{\frac{P}{EI}}$;

$$v_2=l\sqrt{\frac{\alpha P}{\beta EI}}=v_1\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$$

— în metoda deplasărilor

$$Z_1\,r_{11}=0 \text{ respectiv } r_{11}=0$$

$$\text{unde } r_{11}=\frac{3i_1}{l^2}\left[\eta_1(v_1)+2\beta\eta_1(v_2)\right].$$

În expresia lui r_{11} s-au folosit în plus notaţiile :

$$i_1=\frac{I}{l} \text{ şi } i_2=\frac{\beta I}{l}=\beta i_1.$$

Ecuaţia de stabilitate se rezolvă prin încercări şi se determină pentru diferite valori ale coeficienţilor α şi β parametrii critici de încărcare v_{1cr} şi v_{2cr} ai stîlpilor. Cu aceste valori s-au întocmit graficele de variaţie a parametrilor critici.

Pentru structura din figura 1*b* ecuaţia de condiţie şi respectiv ecuaţia de stabilitate au forma* :

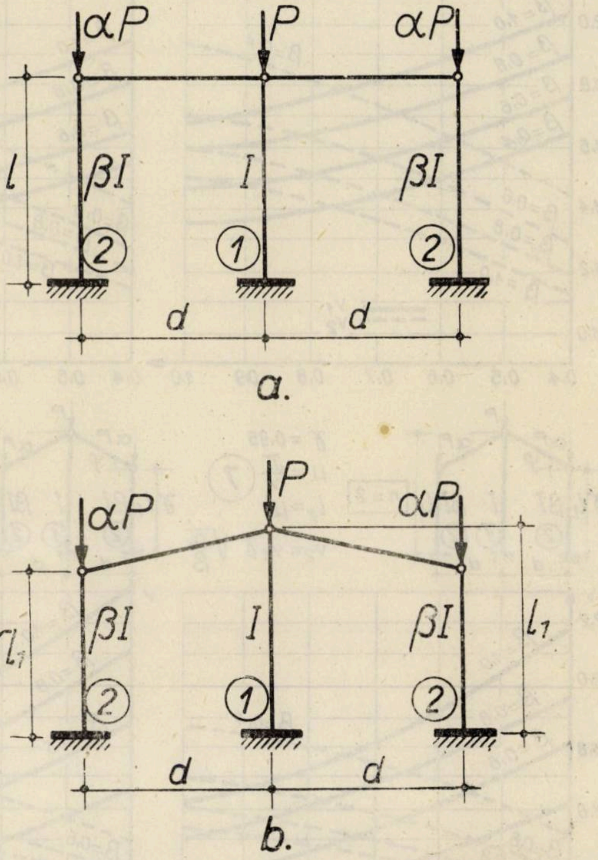
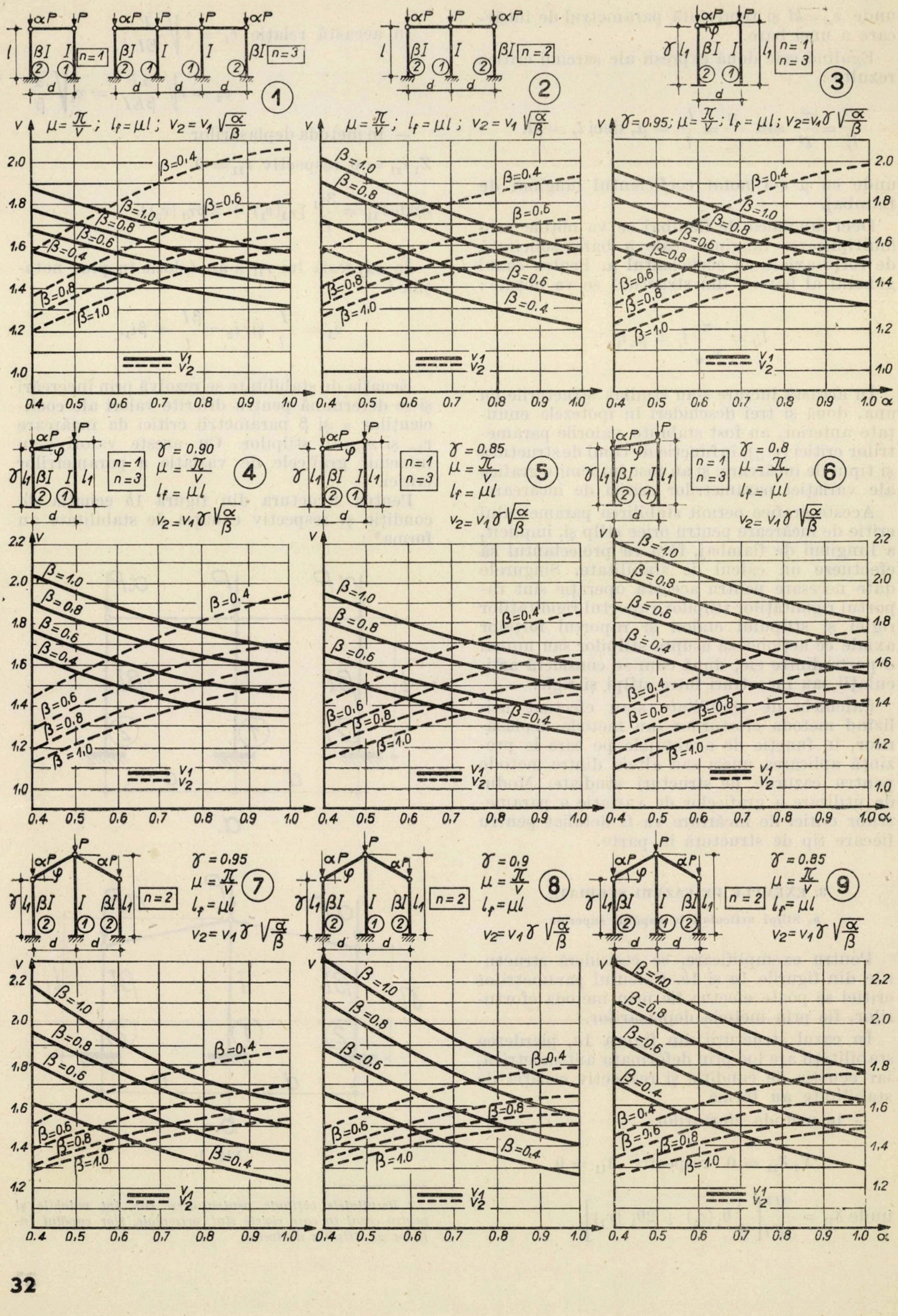


Fig. 1

* *Rezultatele obţinute pentru acest caz sînt valabile şi pentru cazul în care riglele sînt orizontale, şiar capătul inferior al stîlpilor denivelat.*


1
2
3
4
5
6
7
8
9
n=1
n=2
n=3
$\mu=\frac{\pi}{v}$; $l_f=\mu l$; $v_2=v_1\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$
$\gamma=0.95$; $\mu=\frac{\pi}{v}$; $l_f=\mu l$; $v_2=v_1\gamma\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$
$\gamma=0.90$
$\gamma=0.85$
$\gamma=0.8$
$\gamma=0.9$
v_1
v_2
$\beta=0.4$
$\beta=0.6$
$\beta=0.8$
$\beta=1.0$
α

— în metoda eforturilor

$$X_1\delta_{11} = 0 \text{ respectiv } \delta_{11} = 0$$

$$\text{unde } \delta_{11} = \frac{2l_1^3\cos^2\varphi}{3EI}\left[2\theta_1(v_1) + \frac{\gamma^3}{\beta}\theta_1(v_2)\right].$$

În expresia lui δ_{11} s-au notat :

$$v_1 = l_1\sqrt{\frac{P}{EI}}\,;\quad v_2 = \gamma l_1\sqrt{\frac{\alpha P}{\beta EI}} = v_1\gamma\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$$

— în metoda deplasărilor

$$Z_1 r_{11} = 0 \text{ respectiv } r_{11} = 0$$

$$\text{unde } r_{11} = \frac{3i_1}{l_1^2}\left[\eta_1(v_1) + \frac{2\beta}{\gamma^3}\eta_1(v_2)\right].$$

În expresia lui r_{11} s-au folosit în plus notaţiile :

$$i_1 = \frac{I}{l_1} \text{ şi } i_2 = \frac{BI}{\gamma l_1} = i_1\frac{\beta}{\gamma}.$$

Funcţiile $\theta_1(v)$ şi $\eta_1(v)$ se găsesc în tabelele din lucrările [1], [2].

În mod asemănător se efectuează şi calculul structurilor cu o singură deschidere. Pentru structurile cu trei deschideri, simetrice şi încărcate simetric, pierderea stabilităţii are loc prin deformata antisimetrică, ceea ce duce la efort nul în rigla centrală, iar rezultatele obţinute pentru structurile cu o singură deschidere sînt valabile şi în acest caz. În consecinţă, graficul variaţiei parametrilor critici pentru structuri cu o singură deschidere se poate folosi şi pentru structuri cu trei deschideri.

Graficele întocmite pentru aceste tipuri de structuri se utilizează astfel :

— se calculează coeficienţii α şi β, respectiv γ, ca raporturi între sarcinile pe stîlpi, între momentele de inerţie ale stîlpilor şi respectiv între lungimile stîlpilor ;

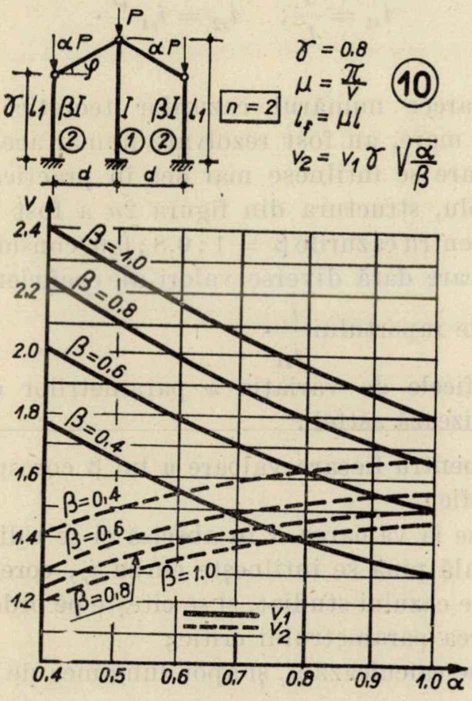
— se ia valoarea α în abscisă, se ridică pe verticală pînă întîlneşte curba β corespunzătoare şi se citeşte în ordonată parametrul critic de încărcare ;

— se calculează coeficientul lungimii de flambaj μ_i din raportul $\frac{\pi}{v_{icr}}$. Multiplicînd lungimea stîlpului cu μ_i se obţine lungimea reală de flambaj a stîlpului. De observat că lungimea de flambaj are valori diferite chiar şi pentru stîlpi de aceeaşi lungime.

Dacă coeficientul β are valori intermediare celor pentru care s-au calculat graficele respective, atunci parametrul critic se stabileşte prin interpolare liniară, eroarea fiind foarte mică.

Observaţii. Deoarece în unele cazuri parametrii critici au valori inferioare lui $\frac{\pi}{2}$ se obţin pentru coeficientul lungimii de flambaj valori mai mari decît 2, deci superioare celor recomandate în prescripţiile de calcul. Această situaţie este posibilă deoarece, aşa cum s-a arătat în introducere, lungimea de flambaj este distanţa dintre două puncte de inflexiune a fibrei medii deformate.

În grafice s-au figurat cu linie continuă curbele de variaţie a parametrului critic al stîlpului 1 şi cu linie întreruptă curbele de variaţie a parametrului critic al stîlpului 2.



a. 1—10 Variaţia parametrilor critici de încărcare ; stîlpi articulaţi la capătul superior

b. Cadre cu legături de continuitate perfectă în noduri

Pentru exemplificare se consideră structurile cu două deschideri din figurile 2*a* şi 2*b*.

Metoda de rezolvare indicată în acest caz este metoda deplasărilor, care duce la trei necunoscute (două ecuaţii de rotire de nod şi una de rotire de bară sau de grad de libertate).

Ecuaţiile de stabilitate pentru aceste cazuri sînt :

— structura din figura 2*a*

$$\begin{vmatrix} 2i_r + 2i_{s2}\varphi_2(v_2) & i_r & -\dfrac{3}{l} i_{s2}\,\varphi_4(v_2) \\ i_r & 2i_r + i_{s1}\varphi_2(v_1) & -\dfrac{1,5}{l}\, i_{s1}\,\varphi_4(v_1) \\ -\dfrac{3}{l}\, i_{s2}\varphi_4(v_2) & -\dfrac{1,5}{l}\, i_{s1}\varphi_4(v_1) & \dfrac{3}{l}\,[i_{s1}\,\eta_2(v_1) + 2 i_{s2}\,\eta_2(v_2)] \end{vmatrix} = 0$$

unde s-au introdus notațiile :

$$v_1 = l\sqrt{\frac{P}{EI}}; \quad v_2 = v_1\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}; \quad i_r = \frac{I_r}{d};$$

$$i_{s1} = \frac{I}{l}; \quad i_{s2} = \beta\, i_{s1}$$

— structura din figura 2*b*

$$\begin{vmatrix} 2\,i_r + 2\,i_{s2}\,\varphi_2(v_2)\,\dfrac{\beta}{\gamma} & i_r & 2\,\dfrac{i_{s2}\beta}{\gamma^2 l_1}\,\varphi_4(v_2) \\ i_r & 2i_r + i_{s1}\varphi_2(v_1) & -\dfrac{i_{s1}}{l_1}\,\varphi_4(v_1) \\ \dfrac{3\,i_{s2}\beta}{\gamma^2\, l_1}\,\varphi_4(v_2) & \dfrac{1,5\, i_{s1}}{l_1}\,\varphi_4(v_1) & \dfrac{2}{l_1^2}\left[\dfrac{2\beta}{\gamma^3}\,\eta_2(v_2) + \eta_2(v_1)\right] \end{vmatrix} = 0$$

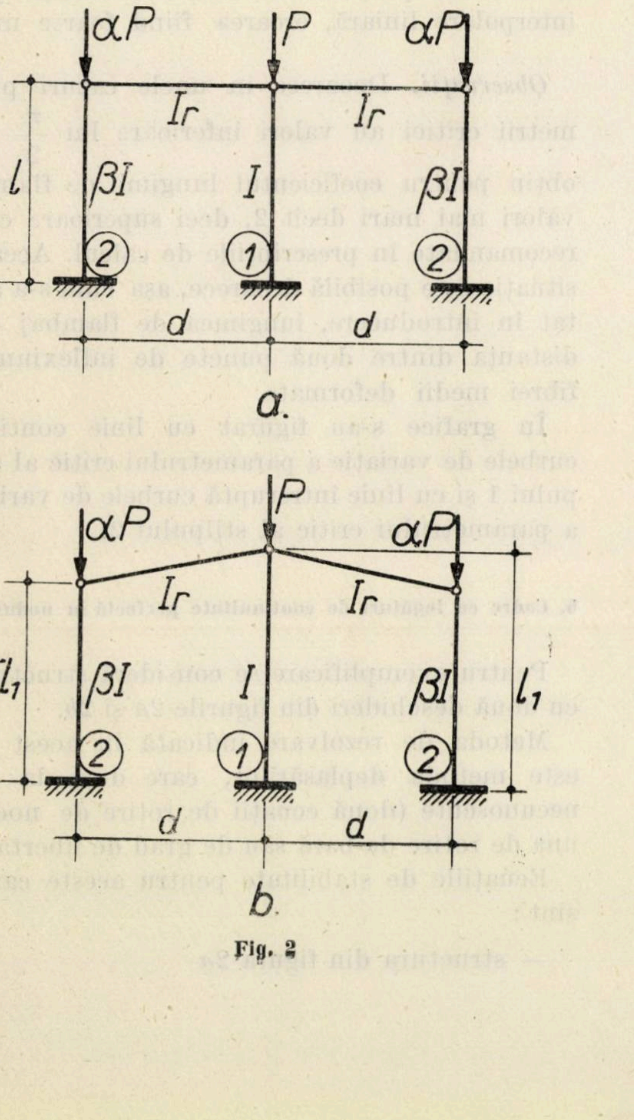


Fig. 2

cu următoarele notații :

$$v_1 = l_1\sqrt{\frac{P}{EI}}, \quad v_2 = v_1\gamma\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}; \quad i_r = \frac{I_r}{l_r},$$

$$i_{s1} = \frac{I}{l_1}; \quad i_{s2} = i_{s1}\frac{\beta}{\gamma}.$$

Deoarece numărul cazurilor teoretice este foarte mare, au fost rezolvate numai acele cazuri care se întîlnesc mai des în practică. De exemplu, structura din figura 2*a* a fost rezolvată pentru cazurile $\beta = 1$; 0,8 ; 0,6, considerînd de fiecare dată diverse valori ale coeficientului α și ale raportului $\frac{i_r}{i_{s1}}$.

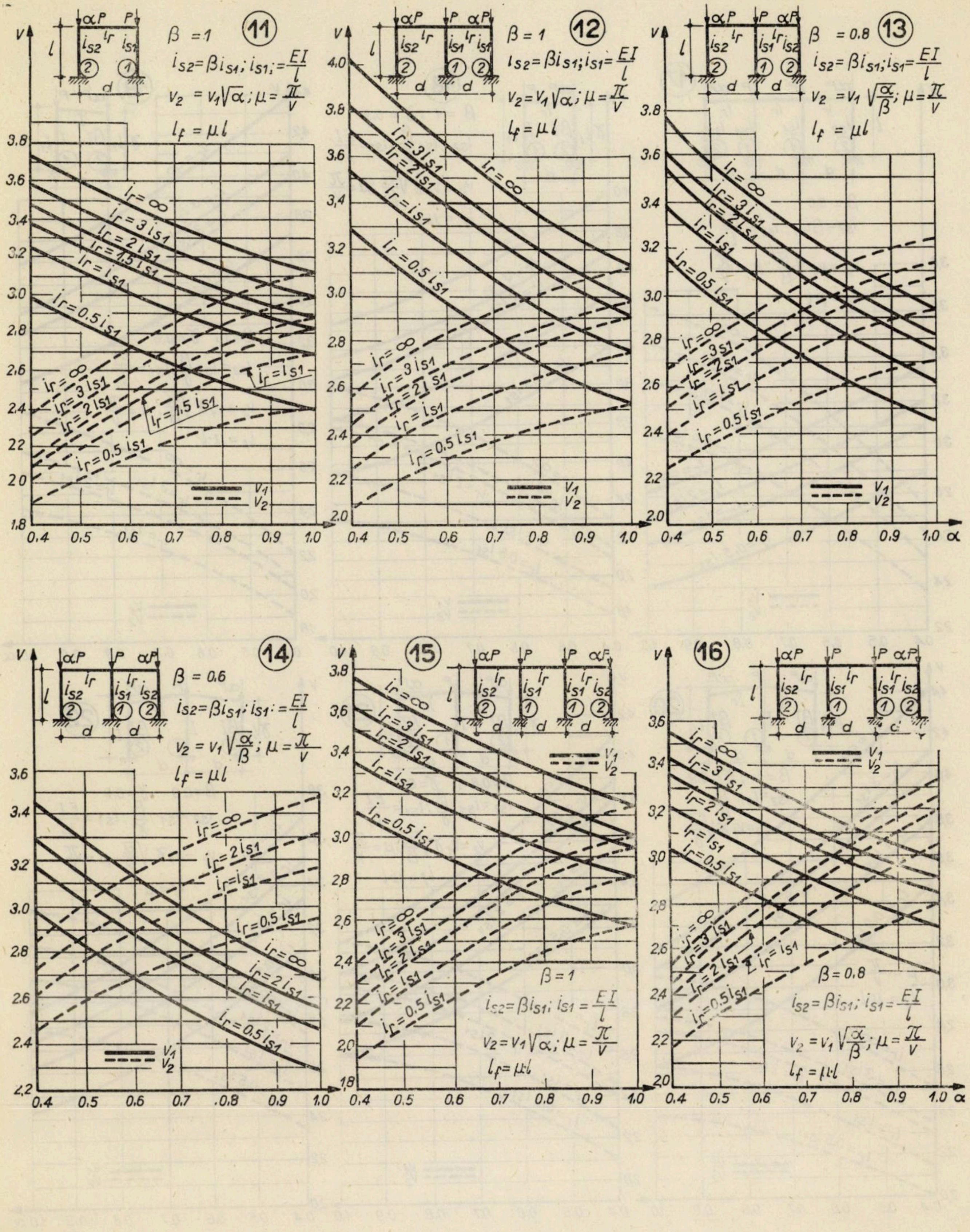
Graficele de variație a parametrilor critici se utilizează astfel :

— pentru fiecare valoare a lui β corespunde un grafic ;

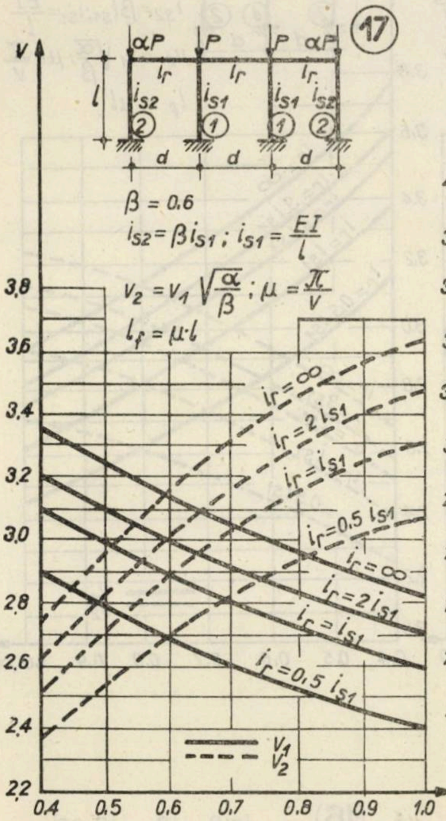
— se ia valoarea α în abscisă și se ridică pe verticală pînă se întîlnește curba i_r, corespunzătoare cazului studiat, și se citește pe ordonată valoarea parametrului critic ;

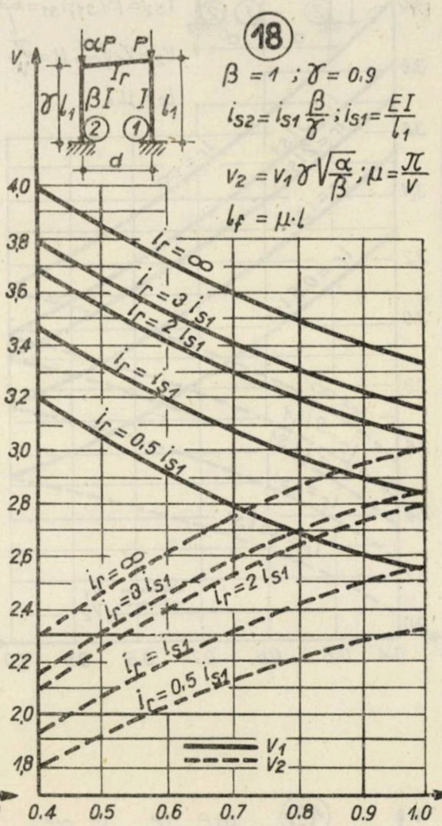
— se calculează μ_i și apoi lungimea de flambaj.

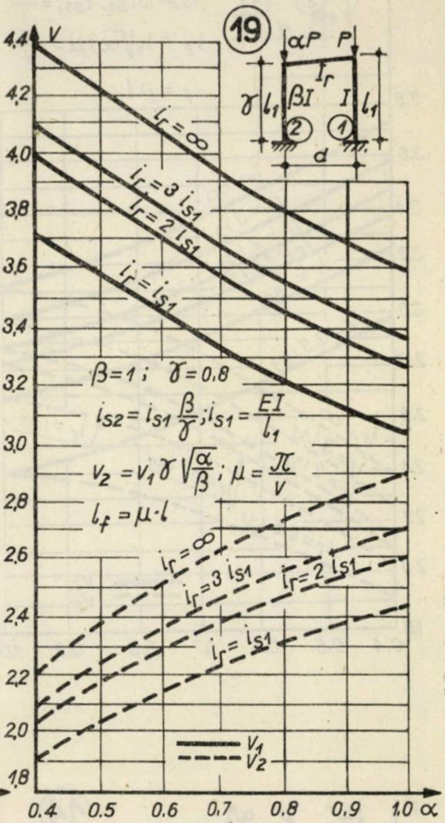
Pentru valori intermediare se interpolează.

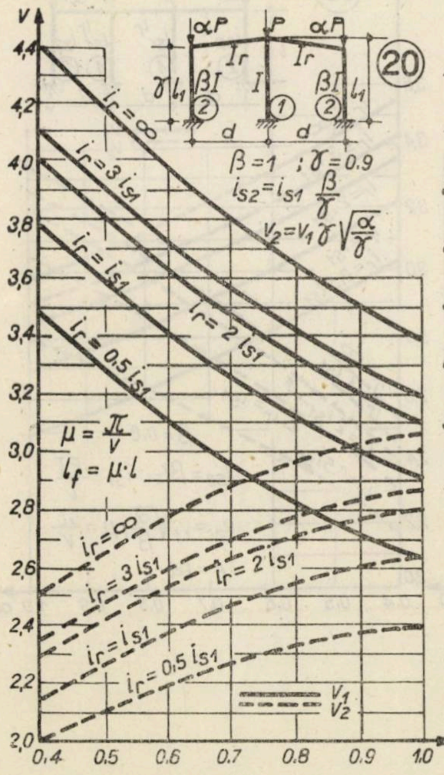


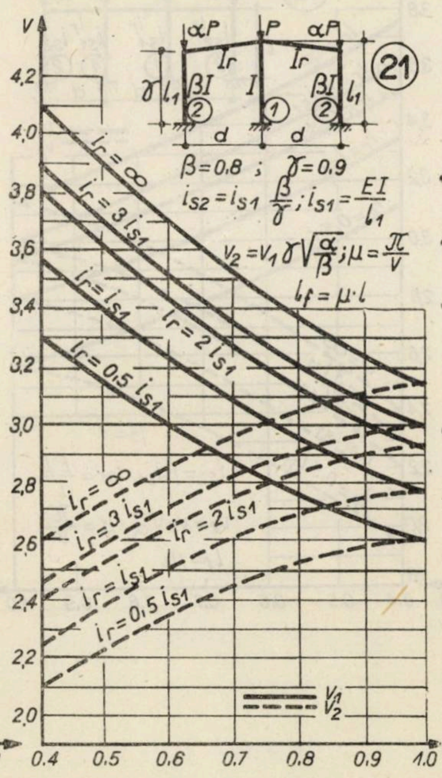
b. 11 – 26 Variația parametrilor criticii de încărcare : stîlpi încastrați perfect în rigle

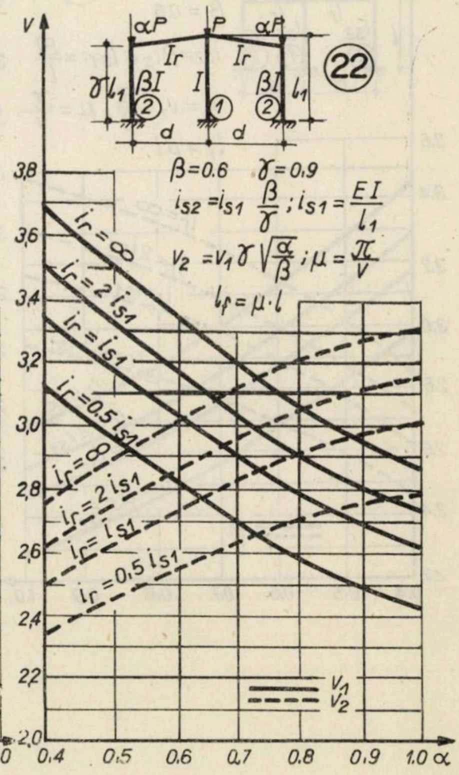

17
αP P P αP
i_r i_r
l i_{s2} i_{s1} i_{s1} i_{s2}
d d d
β = 0.6
$i_{s2} = \beta i_{s1}$; $i_{s1} = \frac{EI}{l}$
$\nu_2 = \nu_1 \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$; $\mu = \frac{\pi}{\nu}$
$l_f = \mu \cdot l$
$i_r = \infty$
$i_r = 2 i_{s1}$
$i_r = i_{s1}$
$i_r = 0.5 i_{s1}$
ν_1
ν_2

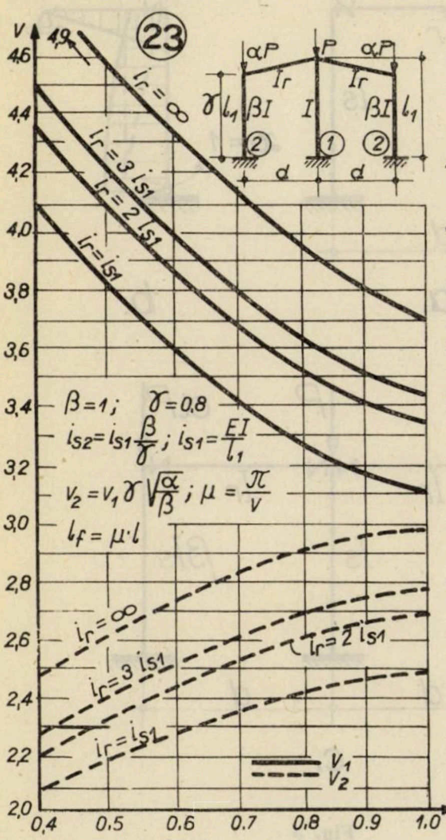

18
αP P
I_r
γl_1 βI I l_1
d
β = 1 ; γ = 0.9
$i_{s2} = i_{s1} \frac{\beta}{\gamma}$; $i_{s1} = \frac{EI}{l_1}$
$\nu_2 = \nu_1 \gamma \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$; $\mu = \frac{\pi}{\nu}$
$l_f = \mu \cdot l$
$i_r = \infty$
$i_r = 3 i_{s1}$
$i_r = 2 i_{s1}$
$i_r = i_{s1}$
$i_r = 0.5 i_{s1}$
ν_1
ν_2

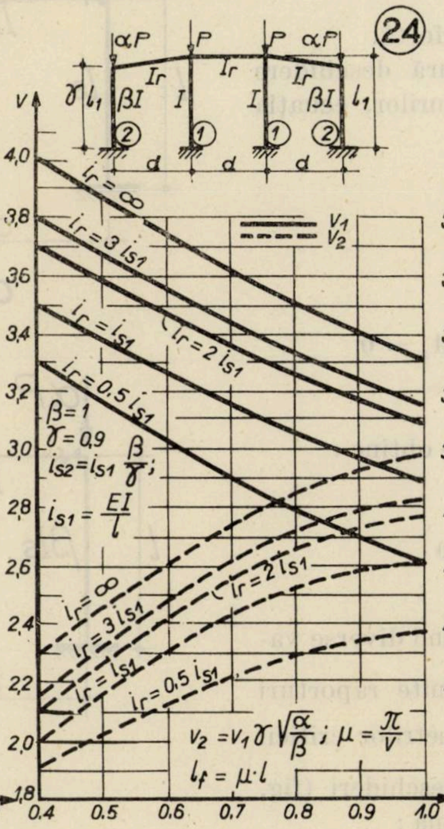

19
αP P
I_r
γl_1 βI I l_1
d
β = 1 ; γ = 0.8
$i_{s2} = i_{s1} \frac{\beta}{\gamma}$; $i_{s1} = \frac{EI}{l_1}$
$\nu_2 = \nu_1 \gamma \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$; $\mu = \frac{\pi}{\nu}$
$l_f = \mu \cdot l$
$i_r = \infty$
$i_r = 3 i_{s1}$
$i_r = 2 i_{s1}$
$i_r = i_{s1}$
ν_1
ν_2
α

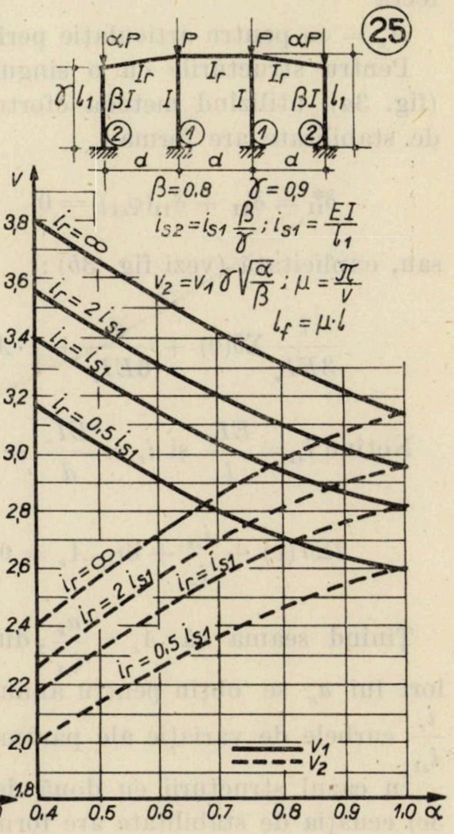

20
αP P αP
I_r I_r
γl_1 βI I βI
d d
β = 1 ; γ = 0.9
$i_{s2} = i_{s1} \frac{\beta}{\gamma}$
$\nu_2 = \nu_1 \gamma \sqrt{\frac{\alpha}{\gamma}}$
$\mu = \frac{\pi}{\nu}$
$l_f = \mu \cdot l$
$i_r = \infty$
$i_r = 3 i_{s1}$
$i_r = 2 i_{s1}$
$i_r = i_{s1}$
$i_r = 0.5 i_{s1}$
ν_1
ν_2

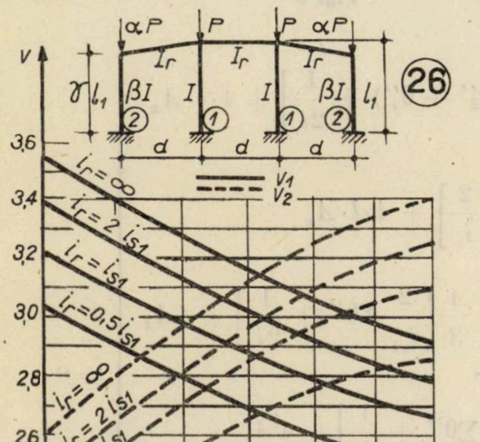

21
αP P αP
I_r I_r
γl_1 βI I βI l_1
d d
β = 0.8 ; γ = 0.9
$i_{s2} = i_{s1} \frac{\beta}{\gamma}$; $i_{s1} = \frac{EI}{l_1}$
$\nu_2 = \nu_1 \gamma \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$; $\mu = \frac{\pi}{\nu}$
$l_f = \mu \cdot l$
$i_r = \infty$
$i_r = 3 i_{s1}$
$i_r = 2 i_{s1}$
$i_r = i_{s1}$
$i_r = 0.5 i_{s1}$
ν_1
ν_2


22
αP P αP
I_r I_r
γl_1 βI I βI l_1
d d
β = 0.6 γ = 0.9
$i_{s2} = i_{s1} \frac{\beta}{\gamma}$; $i_{s1} = \frac{EI}{l_1}$
$\nu_2 = \nu_1 \gamma \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$; $\mu = \frac{\pi}{\nu}$
$l_f = \mu \cdot l$
$i_r = \infty$
$i_r = 2 i_{s1}$
$i_r = i_{s1}$
$i_r = 0.5 i_{s1}$
ν_1
ν_2
α









c. Cadre cu legături de continuitate parţială în noduri

O problemă deosebit de importantă este determinarea sarcinii critice de pierdere a stabilităţii şi a lungimii de flambaj la structurile alcătuite din elemente prefabricate din beton armat sau metalice în ipoteza că legătura dintre aceste elemente permite deplasări relative. Deplasările relative, deşi mici, au o influenţă deosebit de importantă asupra forţei critice de pierdere a stabilităţii [3], [4].

În cele ce urmează se acceptă relaţii liniare între eforturile ce apar în legăturile din nod şi deplasările relative ale elementelor de forma:

$$\varphi_{ki} = A_k \cdot m_{ki}$$

$$u_{ki} = B_k \cdot n_{ki}$$

$$v_{ki} = C_k \cdot t_{ki}$$

unde φ_{ki} este rotirea relativă, u_{ki} şi v_{ki} sînt translaţiile după direcţiile axelor de coordonate, iar A_k, B_k şi C_k sînt caracteristicile elastice ale legăturilor dintre elemente.

La structurile din beton armat, singura deplasare relativă cu influenţă importantă asupra eforturilor este rotirea relativă între stîlp şi riglă.

Caracteristica elastică la rotire relativă s-a ales de forma:

$A_k = \frac{a_k l}{EI_s} = \frac{a_k}{i_{s1}}$ unde $i_{s1} = \frac{EI_s}{l}$ iar a_k este un coeficient numeric.

În cazurile extreme (teoretice) A_k are valorile:

$A_k = 0$ pentru legătură de continuitate perfectă

$A_k = \infty$ pentru articulaţie perfectă.

Pentru structurile cu o singură deschidere (fig. *3a*), utilizînd metoda eforturilor, ecuaţia de stabilitate are forma:

$$\delta_{11}^{*} = \delta_{11} + \delta_{11}(\varphi_{k1}) = 0$$

sau, explicitată (vezi fig. *3b*):

$$\frac{l}{3EI_s}\Sigma\theta(v) + \frac{d}{6EI_r} + 1\cdot A_k = 0$$

Notînd $i_{s1} = \frac{EI_s}{l}$ şi $i_r = \frac{EI_r}{d}$ se obţine:

$$2\Sigma\theta(v) + \frac{i_{s1}}{i_r} + 6i_{s1}A_k = 0$$

Ţinînd seama că $A_k = \frac{a_k}{i_{s1}}$, dînd diverse valori lui a_k se obţin pentru anumite raporturi $\frac{i_r}{i_{s1}}$ curbele de variaţie ale parametrilor critici.

În cazul structurii cu două deschideri (fig. *3c*) ecuaţia de stabilitate are forma:

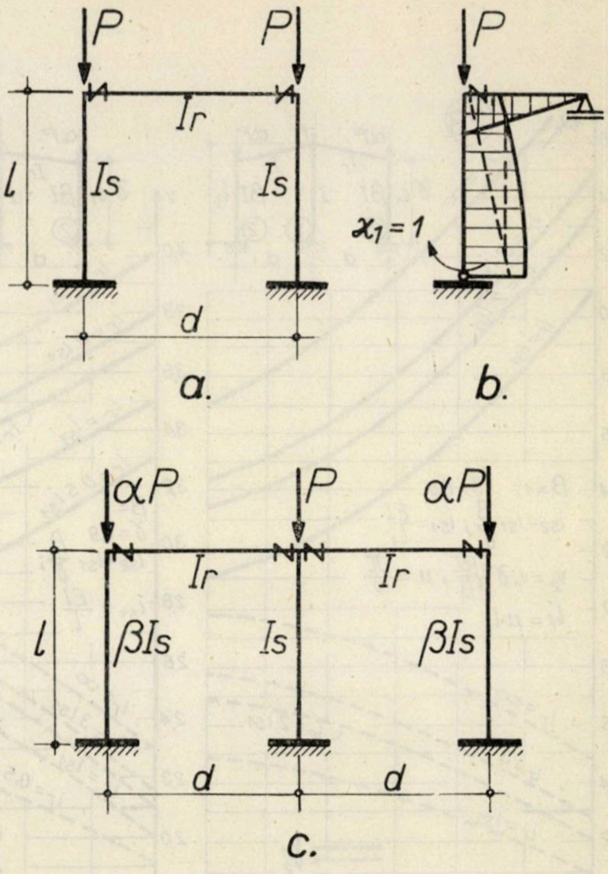


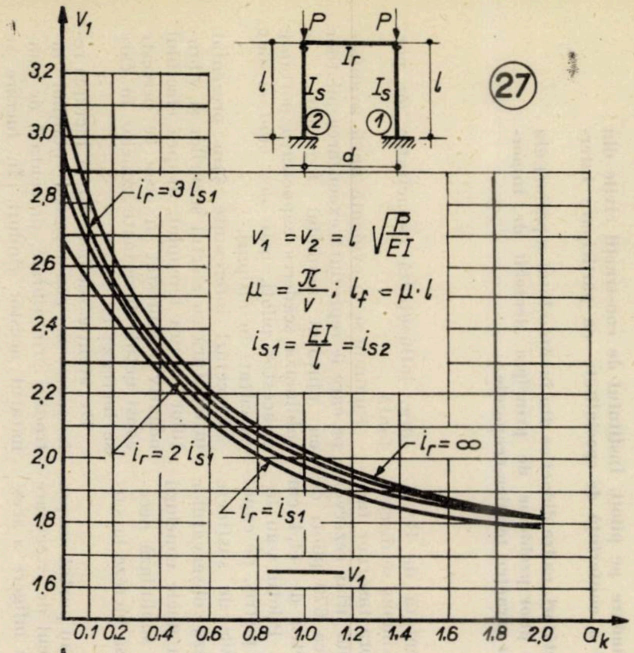
Fig. 3

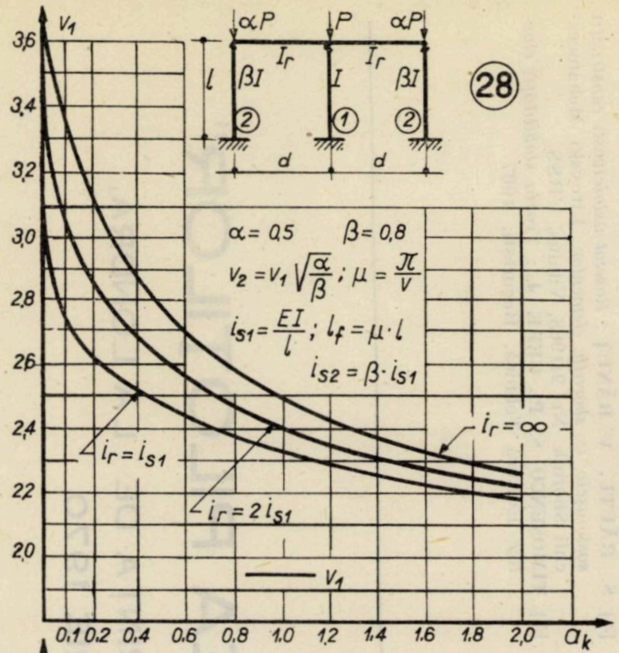
$$\begin{vmatrix}
2l^2\left[\frac{1}{3}\left(\frac{1}{\beta i_{s1}}\theta_2' + \frac{1}{i_{s1}}\theta_2'' + \frac{1}{i_r}\right) + 2A_k\right] & \frac{l}{3}\left[\frac{1}{\beta i_{s1}}(2\theta_2' + \theta_3') + \frac{2}{i_{s1}}(2\theta_2'' + \theta_3'') + \frac{2}{i_r}\right] + 4\cdot l\cdot A_k & \frac{4l}{3}\left[\frac{1}{i_{s1}}(2\theta_2'' + \theta_3'') + \frac{1}{2i_r}\right] + 4\cdot l\cdot A_k \\
\frac{l}{3}\left[\frac{1}{\beta i_{s1}}(2\theta_2' + \theta_3') + \frac{2}{i_{s1}}(2\theta_2'' + \theta_3'') + \frac{2}{i_r}\right] + 4\cdot l\cdot A_k & \frac{2}{3}\left[\frac{1}{\beta i_{s1}}\Sigma\theta' + \frac{2}{i_{s1}}\Sigma\theta'' + \frac{1}{i_r}\right] + 4A_k & \frac{4}{3}\left[\frac{2}{i_{s1}}\Sigma\theta'' + \frac{1}{2i_r}\right] + 4A_k \\
\frac{4l}{3}\left[\frac{1}{i_{s1}}(2\theta_2'' + \theta_3'') + \frac{1}{2i_r}\right] + 4\cdot l\cdot A_k & \frac{4}{3}\left[\frac{2}{i_{s1}}\Sigma\theta'' + \frac{1}{2i_r}\right] + 4A_k & \frac{8}{3}\left[\frac{2}{i_{s1}}\Sigma\theta'' + \frac{1}{i_r}\right] + 8A_k
\end{vmatrix} = 0$$

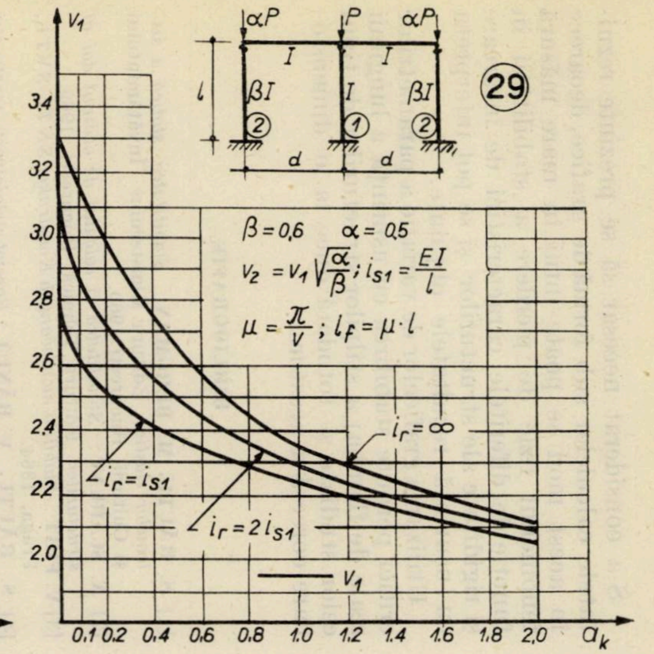
unde θ' sînt funcţii de v_2, θ'' sînt funcţii de v_1 iar $\Sigma\theta = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3$.

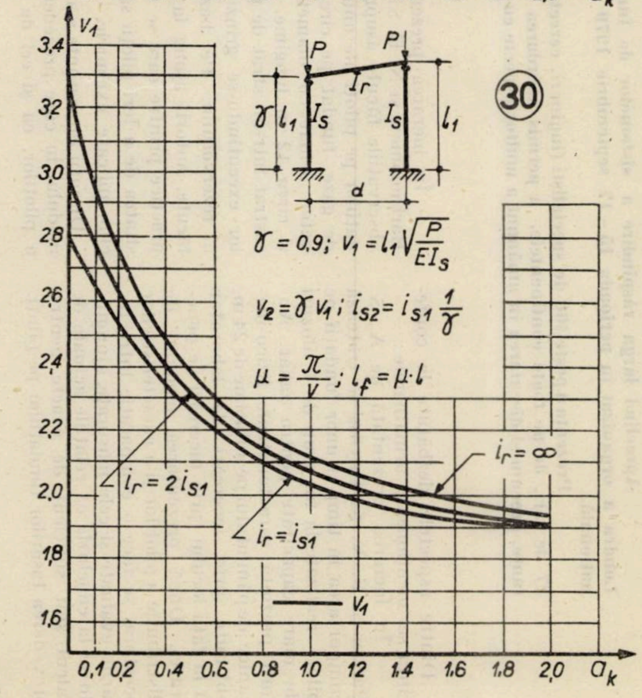
În exemplele tratate la acest tip de structuri s-a considerat $\alpha = 0{,}5$, iar β şi raportul $\frac{i_r}{i_{s1}}$ variabil.

Din graficele corespunzătoare rezultă că pentru valori $a_k = 0{,}1 \div 0{,}15$, valoarea parametrului critic scade în medie cu 15—25% faţă de valoarea calculată pentru legătura de continuitate perfectă între stîlp şi riglă, atît la structuri cu o deschidere, cît şi la structuri









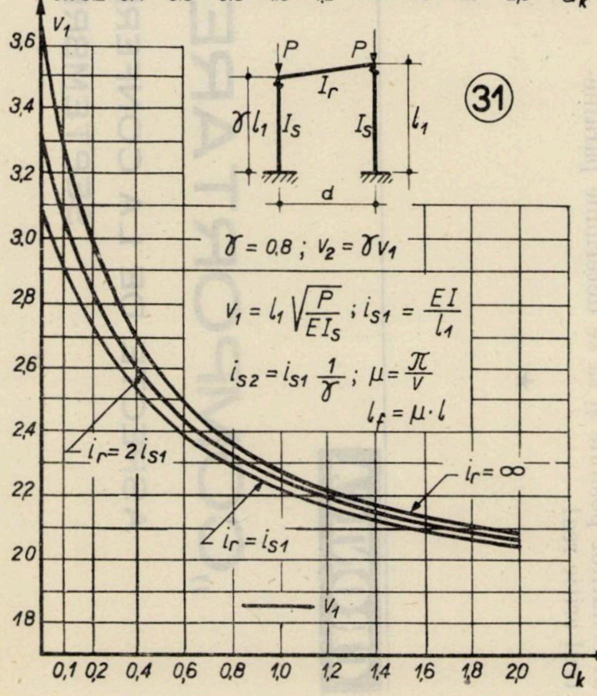


Fig. 27 – 31 Variația parametrului critic v_1 : stîlpi încastrați elastic în rigle (încastrarea elastică permite numai rotire relativă între stîlpi și riglă)

cu două deschideri. De asemenea, se constată că valoarea parametrului critic se apropie foarte mult de valoarea calculată pentru structuri la care s-au considerat articulaţii între stîlpi şi rigle, cînd a_k depăşeşte valoarea 1.

La structurile ale căror elemente ce se îmbină nu au rigidităţi prea mari şi îmbinările se pot realiza prin sudură formînd legături rigide, nodurile se pot considera noduri rigide. Dacă îmbinările nu au o rigiditate sigură, respectiv dacă unghiul de rotire probabilă sub acţiunea eforturilor maxime este mai mare de $\frac{1}{600} \div \frac{1}{700}$ dintr-un radian, atunci legăturile se pot considera articulaţii. La structurile de beton armat, producerea unor rotiri mai mari duce la apariţia unor fisuri importante, ceea ce impune considerarea de articulaţii în aceste secţiuni şi deci la micşorarea sarcinii critice ce poate fi preluată de structură. În cazurile intermediare este necesar să se efectueze un calcul al cedărilor posibile şi să se determine parametrul critic real.

S-a considerat necesar să se prezinte rezultatele calculelor sub formă de grafice, deoarece în acest mod se poate intui în mare măsură fenomenul fizic de pierdere a stabilităţii în funcţie de diferitele caracteristici de încărcare şi rigiditate ale structurilor şi se pot interpreta cu uşurinţă rezultatele obţinute.

Utilizarea graficelor de variaţie a parametrilor critici permite stabilirea cu uşurinţă a lungimii reale de flambaj a stîlpilor structurilor de tipul celor studiate şi totodată duce la o dimensionare corectă a acestora.

★

BIBLIOGRAFIE

[1] S. RĂUTU, M. BERGMAN: *Stabilitatea statică a sistemelor elastice.* Editura Ministerului Învăţămîntului şi Culturii, Bucureşti 1960.

[2] A. SCARLAT: *Stabilitatea şi calculul de ordinul doi al structurilor.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1969.

[3] V. FIRT: *Stabilita montovanych Konstrukci SNTL-SVTL*, Praga, 1964.

[4] S. RĂUTU, V. BĂNUŢ: *Rasciot ustoicivosti construcţii sostoiaşcic iz sbornîh elementov.* Litovski Mehanicescii Sbornik. Nr. 2/1968, Vilnius, URSS.

[5] TIMOŞENCO S. P., GERE J.: *Teoria stabilităţii elastice* Editura Tehnică, Bucureşti, 1967

CRONICA

„COMPORTAREA PILOŢILOR"

ASPECTE DE LA CONFERINŢA DE LA LONDRA, SEPTEMBRIE 1970

Apreciind larga răspîndire a sistemelor de fundare pe piloţi, Institutul de construcţii civile din Londra a organizat în perioada 15–17 septembrie 1970 o conferinţă de specialitate cu participare internaţională.

Prezenţa a peste 400 de specialişti (ingineri, cercetători, cadre didactice din învăţămîntul superior) din 27 de ţări, de pe toate continentele, a permis abordarea unor probleme de principiu deosebit de importante, precum şi discutarea în amănunt a multor aspecte cu caracter tehnico-economic.

Dintre aspectele dezbătute la conferinţă se menţionează următoarele:

— În lucrarea prezentată de A. S. Parker şi F. V. S. Bayliss se tratează comportarea în timp a unor fundaţii pe piloţi realizate la un grup de 4 silozuri de mare capacitate pentru zahăr. Autorii prezintă caracteristicile fizico-mecanice ale pămîntului pe adîncime de 24 m, obţinute prin încercări de laborator şi la faţa locului (prin încercări de penetrare). După prezentarea modului de distribuţie a piloţilor şi a caracteristicilor acestora, se face o comparaţie între tasările evaluate şi cele măsurate, ajungîndu-se la concluzia că relaţiile actuale de calcul sînt suficient de exacte pentru prevederea tasărilor fundaţiilor pe piloţi.

— În lucrarea prezentată de R. F. Bartholomew şi N. E. Simons se discută observaţiile făcute asupra tasărilor fundaţiilor pe piloţi ale unui uriaş rezervor de gaze, fundat pe circa 670 piloţi de beton armat cu diametru de 44,4 cm şi circa 12 m lungime. Piloţii s-au încastrat într-un strat de pietriş, pe capul lor executîndu-se grinzile de susţinere a rezervorului. Pe baza observaţiilor făcute, autorii ajung la unele concluzii practice printre care se subliniază necesitatea de a feri piloţii să lucreze la sarcini aplicate excentric.

Discuţii interesante s-au purtat asupra modului în care procedeul de executare a piloţilor, ca şi cel de înfigere a acestora, influenţează capacitatea lor portantă.

Punîndu-se în evidenţă unele avantaje pe care le reprezintă executarea piloţilor cu ajutorul noroiului bentonitic, se subliniază scăderea capacităţii portante a acestor piloţi, mai ales cînd ei sînt executaţi în nisipuri.

Cercetări interesante s-au prezentat în legătură cu efectul şocurilor şi vibraţiilor asupra terenului, asupra efectului negativ manifestat în ceea ce priveşte construcţiile învecinate zonelor în care se lucrează cu piloţi.

De atenţie s-a bucurat şi lucrarea referitoare la comportarea piloţilor introduşi prin vibrare, prezentată de semnatarul acestor rînduri. În lucrare se

prezintă rezultatele obținute prin încercări de probă, punîndu-se în evidență sporul de capacitate portantă ce se obține în cazul piloților prefabricați introduși prin vibrare, comparativ cu a celor introduși prin batere (în cazul introducerii piloților în pămînturi nisipoase).

O caracteristică a numeroaselor discuții purtate în cadrul conferinței a reprezentat-o insistența vorbitorilor asupra aspectelor practice ale cercetărilor, atît în ceea ce privește proiectarea, cît și executarea fundațiilor pe piloți. Toate lucrările prezentate au fost legate de probleme concrete din sfera producției, cercetările făcute remarcîndu-se prin aspectul lor practic, aplicativ.

S-au subliniat avantajele și dezavantajele prezentate de fiecare categorie de piloți (turnați pe loc sau prefabricați), ajungîndu-se la concluzia că fundațiile pe piloți reprezintă reazeme sigure pentru construcții, economisind sprijinirile și epuismentele necesare în cazul fundării directe. Pe baza materialului prezentat și a discuțiilor purtate s-a ajuns la concluzia că fundațiile pe piloți se recomandă a fi folosite, ele prezentînd mari avantaje tehnico-economice.

S-a atras însă atenția asupra necesității asigurării calității piloților turnați la fața locului prin intermediul utilajului folosit, astfel încît calitatea să nu depindă de conștiinciozitatea muncitorului executant.

Ocupîndu-se de o problemă concretă și limitată la comportarea piloților, conferința de la Londra a permis desfășurarea unor dezbateri aprofundate, deosebit de utile pentru activitatea practică a participanților.

Prof. dr. ing. Marin Păunescu

RECENZII

Prof. dr. ing. OLIVIU RUSU
Ing. TRAIAN GALL

PROBLEME MODERNE ALE REZISTENȚEI MATERIALELOR

București, Editura Tehnică, 1970
384 pag., 257 fig. Prețul: 17,50 lei

În lucrare, autorii își propun să prezinte specialiștilor din domeniul construcțiilor unele aspecte ale problemelor de *rezistența materialelor* izvorîte din cercetările de laborator și din studiile teoretice întreprinse în acest domeniu în ultimele decenii.

Cartea — care nu este nici manual, nici curs — pune la îndemîna proiectanților unele elemente de calcul, oferă cercetătorilor un tablou sumar al direcțiilor de investigare, impuse de necesitatea unei cunoașteri mai adînci a comportării materialelor de construcție, și dă prilejul specialiștilor din execuție să cunoască mai bine posibilitățile de lucru ale acestor materiale.

Ing. I. PÎSLĂRAȘU, Ing. N. ROTARU
Ing. M. TEODORESCU

ALIMENTĂRI CU APĂ

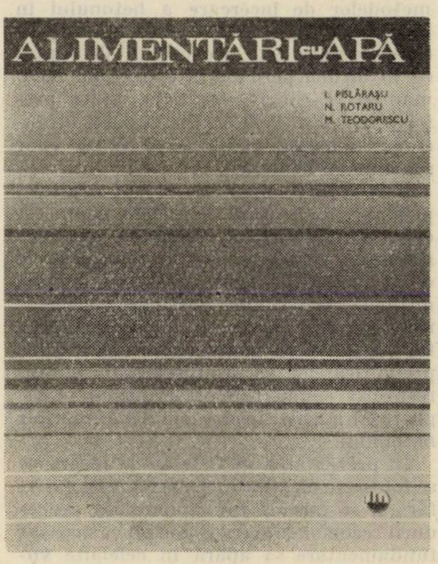
Ediția a II-a

București, Editura Tehnică, 1970
516 pag., 308 fig. Prețul: 40 lei

În lucrare sînt tratate probleme privind scheme de alimentări cu apă, consumuri, calitatea apei, captări, îmbunătățirea calităților apei, conducte de aducțiune, rețele de distribuție, stații de pompare, înmagazinarea apei, automatizarea și dispecerizarea lucrărilor de alimentări cu apă și alimentări cu apă din lacuri de acumulare. Tratarea problemelor este însoțită de material ilustrativ și tabelar, precum și de exemple.

În ediția a II-a a lucrării sînt tratate, într-o formă actualizată, proiectarea și problemele principale de execuție și de exploatare ale alimentărilor cu apă, iar ca probleme noi, alimentările cu apă din lacuri de acumulare și automatizarea în sistemele de alimentare cu apă.

Lucrarea se adresează inginerilor și tehnicienilor din proiectare, execuție și exploatare, organelor de resort din consiliile populare municipale și orășenești și interesează de asemenea cadrele didactice și studenții facultăților de specialitate.



CĂRȚI NOI

Ing. J. R. Bally, Ing. P. I. Antonescu

LOESSURILE ÎN CONSTRUCȚII

București, Editura Tehnică, 1971
400 pag. Prețul: 24 lei

Realizarea și buna conservare a construcțiilor pe loessuri pune celor care se ocupă cu proiectarea, execuția și exploatarea lor o serie de probleme tehnice și economice extrem de dificile, a căror rezolvare corespunzătoare are efecte deosebite pentru economia națională. Pentru țara noastră, unde în zonele cu loess se construiesc și se exploatează numeroase lucrări inginerești, apariția unei lucrări cu caracter monografic consacrată fundării construcțiilor pe loess prezintă un deosebit interes și este de mare actualitate.

Autorii lucrării au reușit să trateze cu competență numeroasele probleme pe care le ridică proiectarea, executarea și exploatarea lucrărilor în zonele cu loess. Materialul prezentat este în general bine sistematizat, expus clar, bazat pe o documentație bogată și recentă, iar tendințele actuale și de viitor sînt bine reflectate.

Walter Schulze şi Werner Reichel
B E T O N
Band 3 — Prüfverfahren

Beton
Vol. 3 — Metode de încercare

Berlin, VEB Verlag für Bauwesen, 1970
200 pag., 46 fig., 61 tabele

Lucrarea recent publicată de Walter Schulze şi Werner Reichel de la Institutul de construcţii (*Hochschule für Bauwesen*) din Leipzig, constituie cel de-al treilea volum al manualului cu titlul „Beton" şi este destinat prezentării metodelor de încercare a betonului. Volumele I şi II, tratînd respectiv problemele proprietăţilor şi preparării betonului şi problemele betoanelor uşoare şi speciale, deşi preced logic volumul recenzat, urmează să apară mai tîrziu.

După cum subliniază autorii în Introducere, intenţia lor este de a sintetiza stadiul actual al normării în domeniul metodelor de încercare a betonului în Republica Democrată Germană. Utilitatea lucrării este accentuată de faptul că în ultima perioadă, pe bază de recomandări C.A.E.R., aproape toate prescripţiile din R.D.G. privitoare la încercarea betonului au fost supuse unor revizuiri şi adăugiri.

Cartea este împărţită în opt capitole, primele trei tratînd metodele de încercare a materialelor (ciment, agregate naturale, agregate uşoare), următoarele două încercările betonului greu şi uşor, ultimele trei fiind destinate încercărilor necesare în cazul folosirii tratării termice, trecerii în revistă a încercărilor prefabricatelor şi produselor din beton, respectiv enumerării prescripţiilor în vigoare în R.D.G. în domeniul încercărilor betonului.

În prezentarea metodelor de încercare se foloseşte un stil concis, strict expozitiv, fără a se încerca fundamentarea procedurii recomandate (este posibil ca această fundamentare să apară în celelalte volume anunţate). De fapt, expunerea, aşa cum s-a arătat mai sus, urmăreşte prezentarea conţinutului a diferite prescripţii, punîndu-se accentul pe metodele cele mai noi, chiar dacă uneori prescripţiile din R.D.G. nu sînt încă definitivate, ele aflîndu-se încă în faza de proiect.

Foarte utile pentru cititorul avizat sînt scurtele introduceri la fiecare capitol, în care se prezintă succint stadiul actual al normării din R.D.G., cu precizarea, cînd este cazul, a eventualelor modificări intervenite recent.

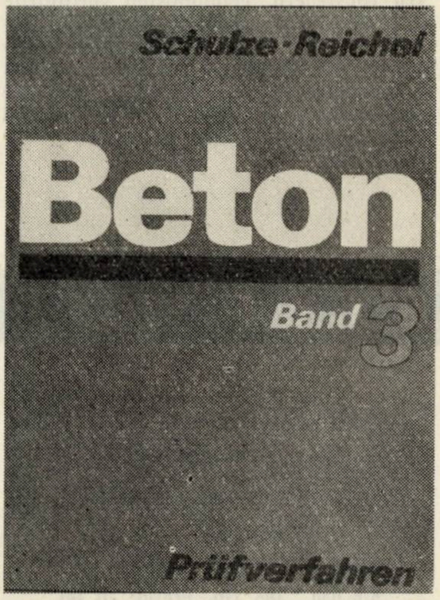
Prezentarea propriu-zisă a fiecărei metode este clară, simplă, fiind însoţită, după caz, de figurile necesare, de exemple, de fişe sau diagrame rezultate din măsurătorile efectuate etc.

Dintre încercările nedistructive pentru stabilirea mărcii betonului sînt prezentate numai metodele bazate pe măsurarea durităţii superficiale a betonului (prin recul şi prin amprente). Nu sînt incluse metodele de determinare accesibile numai unor laboratoare de specialitate (ca de ex. analiza chimică a cimentului).

Sînt de remarcat indicaţiile relativ amănunţite privind determinarea deformaţiilor de durată ale betonului (din contracţie şi curgere lentă).

Incontestabil interesantă, deşi oarecum redusă, este şi prezentarea metodelor de încercare specifice cazului tratării termice a betonului.

În concluzie, deşi adresată specialiştilor în tehnologia betonului din R.D.G., prin documentarea amănunţită pe care o oferă în ce priveşte stadiul prescripţiilor



privind încercarea betonului din R.D.G., precum şi prin unele informaţii referitoare la prescripţiile din alte ţări socialiste, cartea colegilor din Leipzig prezintă un real interes şi pentru betoniştii români. Acest interes priveşte nu numai comparaţiile utile pe care le prilejuieşte cu metodele de încercare în vigoare la noi, dar se referă totodată şi la informarea valoroasă conţinută pentru unele domenii încă insuficient acoperite cu prescripţii în ţara noastră (de ex. încercările pentru cazul folosirii tratării termice a betonului).

Prof. dr. ing. **Dan F. Dumitrescu**

Lubeneţ G. K., Posiada V. S.
STROITELSTVO PODZEMNIH SOORUJENII

Realizarea construcţiilor subterane

Kiev, Editura "Budivelnik", 1970
418 pagini, 152 figuri, 87 tabele, 25 referinţe bibliografice.

Problemele legate de proiectarea şi execuţia lucrărilor ciclului zero în condiţii dificile de teren, care durează de obicei cam 40% din timpul total de realizare a construcţiei şi care consumă cca 25% din forţa de muncă folosită pentru întreaga construcţie, sînt de mai mulţi ani în atenţia constructorilor. Din această cauză prezintă mult interes cunoaşterea realizărilor mai deosebite în acest domeniu, atît din ţară, cît şi din străinătate.

Lucrarea care face obiectul acestei recenzii prezintă într-o formă generalizată şi sistematizată experienţa dobîndită în ultimii ani în Ucraina, în domeniul realizării lucrărilor ciclului zero în condiţii hidrogeologice dificile. Cartea face cunoscute soluţii originale adoptate pentru obiectele de construcţii ale exploatărilor miniere, uzinelor metalurgice ş.a., care au permis reducerea costului investiţiilor.

Autorii prezintă caracteristicile pămînturilor din zona Donbass, similare în anumite privinţe cu pămînturile întîlnite în anumite zone din ţara noastră, arată modul de executare a lucrărilor de pămînt, compactarea şi îmbunătăţirea pămînturilor ce alcătuiesc terenul de fundare, executarea fundaţiilor şi a construcţiilor subterane, situate sub nivelul apei subterane, izolarea hidrofugă a construcţiilor, încercările de control şi îndepărtarea defectelor.

În primul capitol se prezintă stratificaţia şi proprietăţile pămînturilor, semnificative pentru fundaţii, într-o serie de raioane din bazinul Niprului, în care în ultimele decenii s-a desfăşurat o vastă campanie de construcţii. În această zonă, circa 80% din teritoriu este acoperit cu loessuri şi pămînturi loessoide; apa subterană, care iniţial era situată în general la adîncime, a marcat, în primii ani după intrarea în funcţiune a construcţiilor, ridicări apreciabile ale nivelului său mediu.

Capitolul al doilea este consacrat metodelor de pregătire a terenului de fundare prin compactare cu maiuri grele, executarea de perne de loess compactat, compactarea de adîncime cu ajutorul piloţilor de pămînt, accelerarea îndesării prin inundarea prealabilă şi energia exploziilor, silicatizarea, metode termice şi termochimice.

In al treilea capitol al lucrării se prezintă metodele de săpare, sprijinire a malurilor şi luptă cu apă subterană.

Capitolul al 4-lea, care este şi cel mai mare din lucrare, prezintă cititorului diferite cazuri concrete de realizare a lucrărilor ciclului zero, în condiţii geologice şi hidrogeologice dificile. Astfel, sînt descrise cazuri de realizare de fundaţii monolit din beton armat pentru stîlpi cu solicitări importante, fundaţii de maşini, furnale înalte, laminoare, fundaţii pe piloţi în condiţiile existenţei unor pămînturi sensibile la umezire, fundaţii pe chesoane deschise, realizarea părţilor subterane ale unor staţii de pompare şi ale unor rezervoare îngropate, canalizări şi tuneluri din elemente prefabricate în loess, sub nivelul apei subterane.

Ultimul capitol al lucrării, consacrat metodelor de izolare hidrofugă a construcţiilor subterane, acordă o atenţie deosebită metodelor de realizare a rosturilor la elementele prefabricate ale construcţiilor subterane şi la rezervoare, precum şi metodelor de îndepărtare a permeabilităţii construcţiilor subterane după ce au fost realizate.

Cartea se deosebeşte esenţial de alte lucrări publicate în domeniul fundaţiilor prin caracterul său concret, practic-aplicativ, şi tocmai această particularitate o face foarte utilă pentru constructori şi proiectanţi.

Apariţia acestei cărţi consider că ridică problema elaborării şi la noi a unei lucrări care să facă cunoscută experienţa realizării unor lucrări importante de fundaţii în ţara noastră.

Conf. dr. ing. **Silvan Andrei**

UN REZERVOR DE APĂ CU O CAPACITATE DE 340 000 m³

Rezervorul — la care s-a impus prin temă nivelul maxim al apei și cota radierului — este constituit dintr-o cuvă circulară cu pereți înclinați, cu diametrul superior de 167 m și adîncimea de 22 m — și un perete cilindric la partea de sus, cu înălțimea de 4 m.

Cuva este acoperită cu o placă subțire de beton precomprimat, suspendată pe cabluri susținute în partea centrală de un turn circular de 50 m înălțime și 11,30 m diametru interior.

Terenul de fundație a fost o gresie degradată, acoperită, la partea inferioară a văii în care este amplasat rezervorul, de un strat de 3 pînă la 5 m de argilă neagră și aluviuni și ieșind la suprafață pe cele două maluri

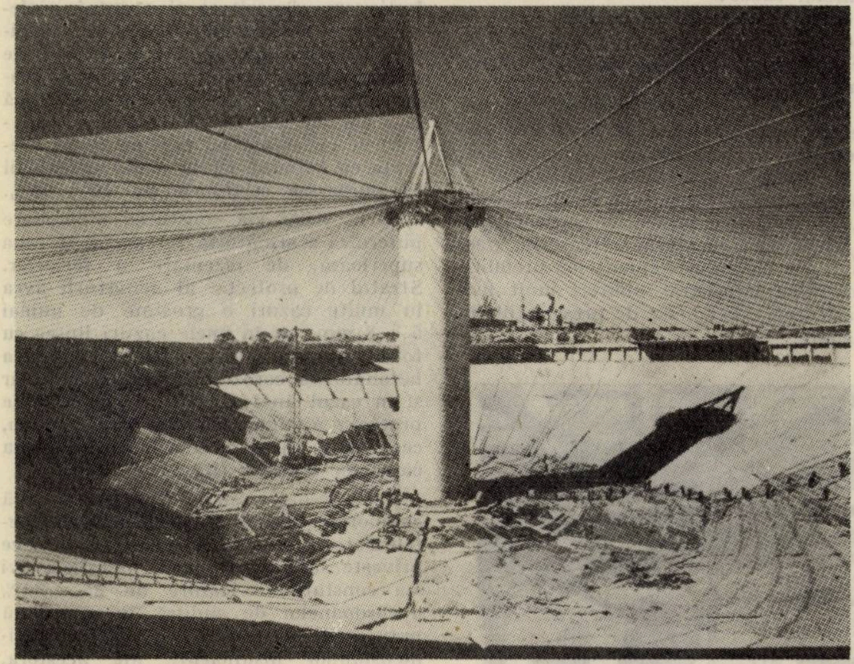


Fig. 1

Pentru fundația turnului central, gresia degradată a fost îndepărtată și s-a procedat la un proces de cimentare a rocii pentru a asigura stabilitatea turnului care suportă acoperișul.

Peretele vertical și grinda de centură grea de deasupra sa fiind fundate pe umplutură (avînd o înălțime, în firul văii, de 18 la 24 m), au fost necesare măsuri speciale pentru a reduce la minimum diferențele de tasări. Pe baza unor numeroase încercări de laborator și pe șantier s-a dovedit că gresia degradată excavată constituie un material excelent pentru executarea umpluturii.

Utilizîndu-se mașini grele de compactat s-au obținut tasări maxime diferențiale — măsurate după un an în lungul grinzii circulare de centură — de numai 7 mm, cu excepția unei mici zone situată peste un izvor subteran, descoperit în timpul construcției, la care s-a ajuns pînă la 15 mm.

Radierul, care suportă o presiune de 26 m de apă, a fost executat în mai multe straturi: peste un strat de egalizare de 50 mm grosime (turnat pe suprafața bine netezită a terenului), s-a așezat o primă folie impermeabilă de polietilenă, peste care s-a turnat un strat drenant de 75 mm grosime din beton fără agregate fine, separat, la rîndul său, de radierul propriu-zis al rezervorului printr-o a doua folie de polietilenă. Orice infiltrație de apă care ar pătrunde în stratul de beton este drenată printr-un sistem de conducte, tot din beton fără agregate fine, dispuse astfel încît să permită identificarea exfiltrațiilor de apă în oricare din cele opt sectoare ale radierului.

Placa radierului, cu o grosime de 230 la 300 mm, a fost armată cu cîte o plasă la partea superioară și inferioară. S-au prevăzut rosturi de dilatare la distanța de 12 m și rosturi de contracție la 6 m, a căror etanșeitate s-a asigurat printr-o dublă barieră: o placă de cauciuc natural înglobată la mijlocul grosimii plăcii și o izolație din Thioflex aplicată peste suprafața superioară a rostului.

Peretele circular vertical este conceput să lucreze în consolă, avînd rosturi de dilatare la distanțe de 13 m. La distanța de 6,50 m s-au prevăzut contraforți pe care reazemă grinda de centură, în formă de I cu dimensiunile generale de 3 500 mm × 1 500 mm.

Turnul central este constituit dintr-un perete circular cu grosimea de 460 mm, executat în cofraj alunecător și este rigidizat la partea superioară printr-un planșeu.

Acoperișul a fost calculat atît la o încărcare gravitațională de 100 kg/m² cît și la presiunea unui vînt de 145 km/h. Încărcarea corespunzătoare acestui vînt a fost stabilită pe baza unor studii aerodinamice de laborator.

Întrucît perioada proprie de vibrație calculată a acoperișului este de 1/2 s pentru încărcări simetrice, respectiv de 1 s pentru încărcări nesimetrice, încărcarea din vînt s-a considerat ca o acțiune statică.

Inelul cu diametrul de 13 m de la partea superioară a acoperișului este executat din beton de înaltă rezistență, precomprimat cu ajutorul a 16 fascicole BBR de mare capacitate. Inelul așezat pe reazeme de cauciuc tip Freyssinet a fost calculat la o încărcare excentrică produsă de vînt.

La rezemarea grinzii inelare de centură s-a prevăzut posibilitatea introducerii unor prese care să corecteze eventualele tasări inegale, grinda putîndu-se însă deforma în plan vertical, fără eforturi secundare importante, pînă la o curbură cu raza de 9 000 m, valoare care nu a fost nici o dată depășită.

Cablurile de 80 m lungime, care suportă acoperișul, de tip BBR cu cîte 41 sîrme Ø 7 mm, sînt înconjurate fiecare de cîte o teacă din tablă ondulată.

Pentru poziționarea cablurilor s-a folosit un cărucior mobil pe grinda de centură și un turn metalic ancorat la partea superioară a turnului central (fig. 1). La ajustarea la lungime a cablurilor cu ajutorul ancorajelor de la partea inferioară, a trebuit să se țină seamă de diferențele produse de unghiul diferit al razelor solare.

Pentru reducerea la minimum a pătrunderii vaporilor de apă și deci a pericolului de coroziune a armăturilor, înainte de montare, cele 4 440 plăci prefabricate pentru acoperiș — în grosime de 50 mm cu rigidizări pe contur pe 180 mm — au fost tratate pe suprafața inferioară cu silicat de sodiu în două straturi.

Aceste plăci au fost montate în spirală pe cabluri, fiind susținute inițial prin patru ciocuri metalice. Zece din rosturile radiale dintre aceste plăci au fost tratate astfel încît să constituie niște nervuri capabile să preia forțe tăietoare. Aceste nervuri au dat o rigiditate corespunzătoare acoperișului care, anterior executării lor, dovedise — pe timpul unui vînt puternic — tendințe de rezonanță și o vălurire generală.

Pentru a compensa întinderile ce apar în exploatare, cablurile au fost pretensionate de la capătul de sus, acordîndu-se o atenție deosebită ordinei de pretensionare pentru a evita apariția unor momente încovoietoare circumferențiale exagerate în grinda de contur.

Pe baza unor studii adîncite, protecția cablurilor s-a făcut cu ajutorul unui gudron-epoxy injectat în puncte situate la 12 m unul de altul.

La sfîrșit, pe suprafața acoperișului s-a aplicat o membrană impermeabilă de cauciuc butil și s-a instalat un sistem de iluminat (fig. 2).

Fig. 2

PRĂBUŞIREA PARŢIALĂ A ACOPERIŞULUI UNEI FABRICI DE PREFABRICATE DE BETON ARMAT

În anul 1968, în timpul unei furtuni cînd viteza vîntului atingea 10 m/s (36 km/h), s-a prăbuşit la Krivoi Rog (URSS) o parte a acoperişului unei fabrici de prefabricate.

Clădirea, cu trei deschideri, dintre care cea centrală de 18 m, a fost dată în exploatare în anul 1956.

Structura cuprindea stîlpi prefabricaţi de beton armat şi ferme-macaz cu talpa superioară de beton armat şi cea inferioară de metal. Pe ferme rezemau plăci de acoperiş de tip cheson.

Prăbuşirea a afectat două ferme-macaz, 36 de plăci care rezemau pe fermele respective şi a distrus complet utilajele şi instalaţiile din zona respectivă (fig. 1). Nu s-au înregistrat victime omeneşti, deoarece în perioada respectivă nu se lucra în hală.

Din analiza proiectului, a actelor de recepţionare a lucrărilor, precum şi din cercetările efectuate la faţa locului, a reieşit că prăbuşirea s-a datorat următoarelor cauze :

a) În proiect nu s-au prevăzut măsuri speciale pentru materialele şi elementele de construcţie care se găseau în condiţiile unui mediu agresiv.

b) Au fost încălcate condiţiile tehnice pentru confecţionarea şi montajul elementelor prefabricate de beton armat.

c) A lipsit un control sistematic al comportării în exploatare a construcţiei şi, în special, a protecţiei anticorosive.

După cum au arătat cercetările efectuate, la montajul elementelor prefabricate s-au înregistrat abateri mult mai mari decît cele admise de prescripţiile în vigoare.

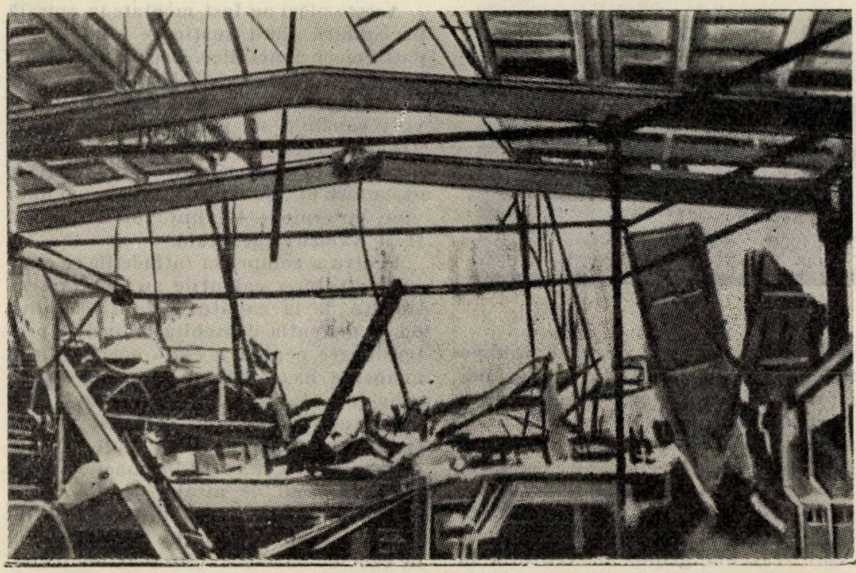


Fig. 1 — Vedere a porţiunii de acoperiş prăbuşite

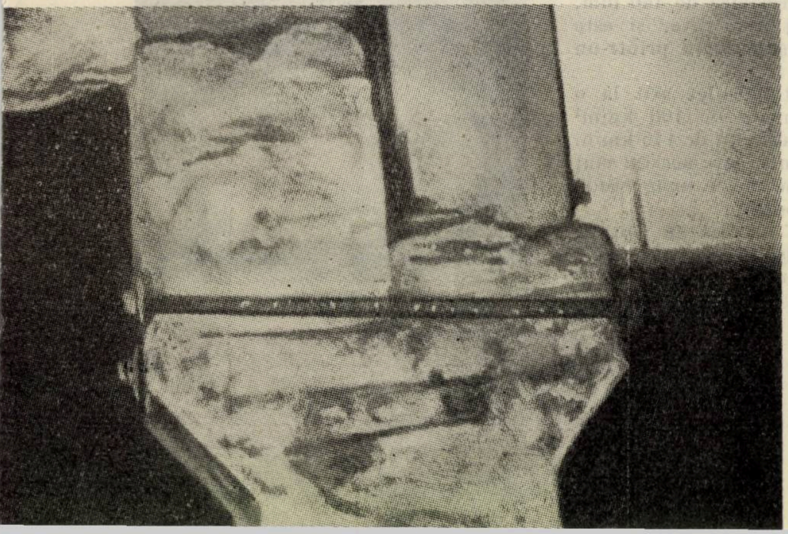


Fig. 2 — Consolidarea capetelor stîlpilor

Abaterile reale la montaj au fost de 10...60 mm, în unele cazuri ajungînd pînă la 120 mm.

Plăcile de acoperiş, în majoritatea cazurilor, nu au fost sudate de talpa superioară a fermelor şi rezemau excentric pe acestea, producînd concentrări de eforturi şi neasigurînd rezistenţa şi rigiditatea necesară acoperişului.

În hală era scoasă din funcţiune instalaţia de evacuare a aburului din camerele de tratament termic, iar luminatorul nu putea îndeplini nici el acest rol, deoarece ochiurile mobile erau ruginite şi nu se puteau deschide. Din cauzele susmenţionate umiditatea relativă a aerului în hală atingea 85...90%.

Cauzele principale ale coroziunii elementelor de beton armat au fost : variaţiile importante ale umidităţii relative a aerului, grosimea insuficientă a stratului de protecţie şi defecţiunile de confecţionare, depozitare şi montaj a elementelor prefabricate (caverne, ciupituri, fisuri). După 10 ani de exploatare s-a constatat că 95% din plăcile de acoperiş prezentau fisuri cu deschideri pînă la 5 mm. În majoritatea plăcilor, armătura de rezistenţă nu mai prezenta aderenţa cu betonul, iar în urma coroziunii îşi micşorase secţiunea cu 10...30%.

Şi la stîlpi s-a constatat o corodare puternică a armăturii, în special în zona superioară, de rezemare a fermelor. Stratul de protecţie al armăturii avea în multe cazuri o grosime de numai 5...8 mm, iar în unele cazuri lipsea cu totul. Totuşi s-a constatat fisurarea betonului şi coroziunea armăturii chiar şi în cazul unei grosimi a stratului de protecţie ajungînd pînă la 35...50 mm, ceea ce a făcut necesară consolidarea capetelor stîlpilor (fig. 2).

Fermele-macaz au avut cea mai proastă comportare dintre toate elementele prefabricate ale clădirii, în special în ceea ce priveşte sudura profilelor metalice. Aci s-a constatat o slăbire de 25...30% a cordoanelor de sudură în raport cu prevederile proiectului, atît datorită dimensiunilor insuficiente ale acestora, cît şi ca urmare a coroziunii. Prăbuşirea fermelor s-a datorat calităţii inferioare a sudurii, nerealizării lungimilor şi secţiunilor de sudură prescrise prin proiecte, şi întreţinerii ulterioare defectuoase a pieselor metalice.

Raportul experţilor Institutului de extragere a mineralelor din Krivoi Rog consideră necesar a se lua următoarele măsuri pentru asigurarea exploatării în continuare a halei :

a) Reducerea umidităţii relative a aerului pînă la maximum 75%, în care scop să se prevadă evacuarea eficientă a aburului din camerele de tratament termic şi mărirea capacităţii instalaţiei de ventilare a halei.

b) Înlocuirea plăcilor cu nervuri din acoperiş cu plăci plane avînd rezistenţă sporită la fisurare.

c) Înlocuirea fermelor-macaz prin alte elemente de formă mai simplă, care să poată fi uşor şi eficient protejate împotriva coroziunii.

După „Promîşlennoe stroitelstvo i injenernîe soorujenia"

Realizări remarcabile din beton precomprimat*

CEHOSLOVACIA

HALĂ BLINDATĂ ÎN INDUSTRIA TEXTILĂ LA LEVICE

Structura de rezistență a acoperișului halei blindate de 41 300 m^2 (381 × × 108 m), cu trama de 12 × 18 m, este alcătuită din grinzi cu zăbrele de beton precomprimat de 12 m, pe care reazemă la interax de 6 m, grinzi cu zăbrele cu deschiderea de 18 m (fig. 1). Talpa superioară a acestora din urmă susține plăcile de acoperiș (150 × 600 cm), iar talpa inferioară plăcile de planșeu (120 × 600 cm și 85 × 600 cm), spațiul dintre ele constituind un etaj tehnologic care cuprinde conductele de aer condiționat, instalația electrică, țevile de scurgere a apei de pe acoperiș etc.

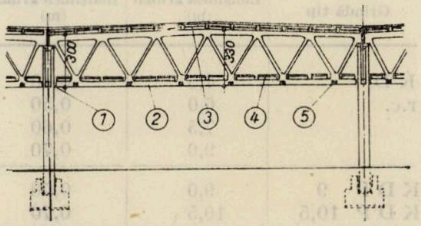


Fig. 1

Stîlpii de beton armat, cu secțiune transversală de 50 × 60 cm și 40 × 40 cm, sînt încastrați la partea inferioară în fundații pahar și articulați la partea superioară, la legătura cu grinzile cu zăbrele ale acoperișului.

Grinzile cu zăbrele de 12 m au o înălțime de 2,40 m și au fost calculate la o încărcare utilă $P = 80$ t aplicată la mijlocul deschiderii.

Grinzile cu zăbrele de 18 m au o înălțime de 3,30 m și sînt calculate la următoarele încărcări :

— placa acoperișului (inclusiv zăpada 140 kg/m^2) . . . 323 kg/m^2 ;

— planșeul inferior (inclusiv încărcarea utilă 150 kg/m^2) . . . 270 kg/m^2.

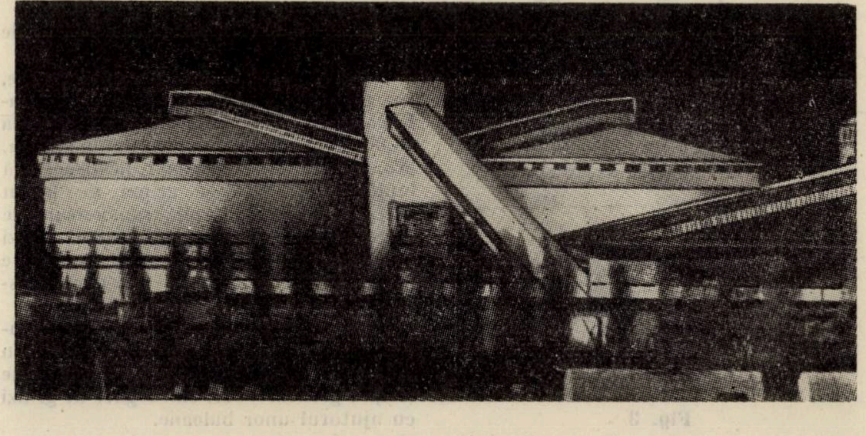
Precomprimarea grinzilor cu zăbrele s-a făcut cu fascicule alcătuite din sîrme Ø 4,5 mm de înaltă rezistență.

SILOZURI PENTRU ÎNGRĂȘĂMINTE DIN BETON PRECOMPRIMAT PRIN ÎNFĂȘURARE

La uzina chimică Severoceské din Lovosice au fost executate patru silozuri cilindrice din beton precomprimat, fiecare avînd o capacitate de 14 000 m^3. Diametrul interior al silozurilor este de 34,60 m, iar înălțimea pereților de 18,70 m (fig. 2).

Diferitele părți ale unui siloz au următoarele caracteristici :

a. Tunelurile de descărcare — cuprinzînd benzile transportoare și instalațiile de descărcare — au, în secțiune transversală, dimensiuni interioare de 2,10 × × 3,40 m, grosimea pereților (executați din beton B 250) fiind de la 40 la 80 cm.



* Din materialele prezentate la cel de-al VI-lea Congres F.I.P. — Praga, iunie 1970

b. Coloana centrală, prin care se face descărcarea şi care susţine acoperişul conic, are un diametru de 3,60 m, peretele gros de 35 cm şi o înălţime de 22,25 m, fiind executată din beton B 250.

c. Radierul are o grosime de 10 cm şi este executat pe un strat compactat din nisip şi pietriş. Pe perimetrul radierului s-a executat o grindă inelară de beton armat care susţine peretele silozului.

d. Peretele silozului este realizat din elemente prefabricate de beton (B 330) cu dimensiunile de 15,20 × 1,50 × 0,20 m cîntărind 12,5 t. Partea superioară a peretelui, de 3,50 m înălţime, în care se află mecanismele interioare, sistemul de iluminare şi căile de acces în diferitele puncte ale silozului, este executată, de asemenea, din prefabricate legate de celelalte prin rosturi sudate. Peretele silozului a fost precomprimat prin înfăşurare.

e. Acoperişul conic a fost executat tot din elemente prefabricate susţinute de grinzi cu zăbrele metalice.

Pentru execuţia celor 864 de elemente prefabricate în 6 tipuri, reprezentînd un volum de 1620 m³, s-a organizat, chiar la şantier, un mic atelier de prefabricate, dotat cu o staţie de betoane cu capacitate de 4 m³/oră, două automacarale de cîte 10 t şi o macara-turn cu o capacitate de 1,5 t.

În rostul dintre panourile prefabricate ale peretelui şi grinda inelară a radierului s-au prevăzut reazeme de cauciuc permiţînd deplasarea liberă a peretelui. Aşezarea corectă a panourilor s-a realizat cu ajutorul unei instalaţii speciale fixate pe un eşafodaj tubular mobil şi s-a verificat cu ajutorul unui teodolit. Fiecare panou a fost fixat în poziţia definitivă cu cabluri de oţel şi apoi legat de celelalte prin plăci sudate.

Rosturile verticale — în grosime de 4 cm — dintre cele 72 de panouri care formează peretele unui siloz au fost umplute cu un mortar plastic de ciment avînd o rezistenţă de 250 kg/cm² la 28 de zile. Umplerea s-a făcut pe înălţimi de cîte 5 m, mortarul necesar fiind preparat într-o betonieră de mare viteză şi transportat prin pompare.

Pentru precomprimarea peretelui s-au utilizat în total 64 000 m de sîrmă Ø 4,5 mm de înaltă rezistenţă. După precomprimare, sîrmele au fost protejate printr-un strat torcretat de mortar de 3 cm grosime.

Pentru finisare, interiorul silozului a fost acoperit cu un înveliş de latex-ciment, iar în exterior cu asfalt conţinînd pudră de aluminiu.

Durata de execuţie a celor 4 silozuri a fost de 10 luni. Panourile de perete au fost montate în ritm de 7 pînă la 9 pe zi, iar precomprimarea unui siloz (inclusiv montarea şi demontarea instalaţiei de înfăşurare) a durat 3 săptămîni.

Astfel de silozuri au mai fost executate şi la alte două combinate chimice din Cehoslovacia.

PODURI TIP DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU CALE FERATĂ

Necesitatea executării unui mare număr de poduri de cele ferată, dintre care aproximativ 80 % cu deschideri între 2 şi 15 m, a pus problema de a crea o situaţie favorabilă pentru dezvoltarea soluţiilor din beton armat, în general, şi a celor din beton precomprimat în special. În comparaţie cu podurile metalice, aceste structuri permit realizarea unor economii considerabile, atît în ceea ce priveşte costul, cît şi consumul de oţel.

Tabela 1

Grindă tip	Lungimea grinzii (m)	Înălţimea grinzii (m)	Înălţimea totală (m)	Calitate beton	Greutate (t)
KD	4,5	0,40	1,90		16
r.c.	6,0	0,50	1,00	250	25
	7,5	0,60	1,10		37
	9,0	0,70	1,20		52
KDP 9	9,0	0,70	1,20		20,5
KDP 10,5	10,5	0,70	1,20	500	24,0
KDP 12	12,5	0,80	1,30		26,0
KDP 15	15,0	1,00	1,50	500	37,2
KT 18	18,0	1,15	1,65	500 600	54,9
KT 21	21,1	1,35	1,85	500 600	70,8
KT 24	24,0	1,55	2,05	500 600	90,5

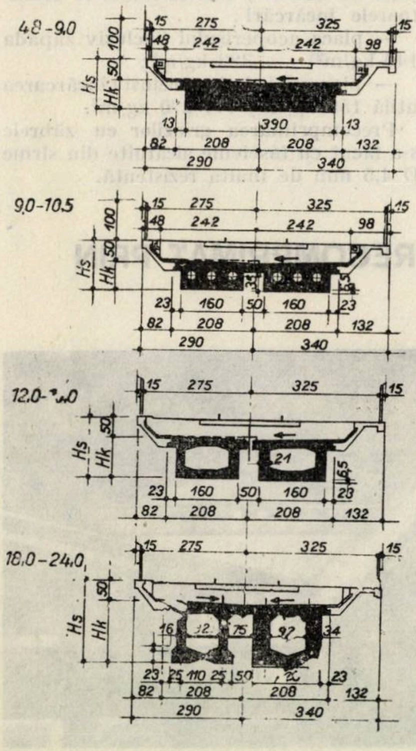


Fig. 3

Pe baza unei analize amănunţite, s-a propus tipizarea unor grinzi prefabricate cu lungimi de la 4,80 m la 24,00 m ; pentru lungimile pînă la 9,00 m, grinzile sînt de beton armat, peste această lungime utilizîndu-se grinzi de beton precomprimat. Secţiunile transversale ale structurilor realizate cu aceste grinzi (pentru o singură linie) sînt prezentate în fig. 3, iar principalele lor caracteristici în tabela 1.

La toate structurile prezentate, consolele pentru trotuare sînt realizate din elemente prefabricate (de 1,5 m lungime şi 0,6 t greutate) care sînt legate de grinzi cu ajutorul unor buloane.

La lungimile peste 9 m, grinzile sînt precomprimate cu fascicule alcătuite din cîte 24 sîrme Ø 7 mm (calitate 100/140).

Datorită greutăţii verticale mari (greutate proprie, balast şi încărcarea utilă), nu este necesar a se lega cele două grinzi care alcătuiesc o suprastructură pentru a se evita deplasările orizontale sub efectul încărcărilor utile. Acest mod de execuţie constitie un avantaj foarte important în cazul podurilor oblice.

Toate suprastructurile au fost calculate la o încărcare maximă de exploatare de 24,0 t/osie, respectiv 12,0 t pe metru liniar de suprastructură de 5,5 m lăţime.

PODUL PESTE RÎUL ZELIVKA LÎNGĂ DOLNI KRALOVICE

CARACTERISTICI PRINCIPALE

Structură în cadre pe patru deschideri (51,0 + 102,0 + 102,0 + 51,0), cu articulații în mijlocul deschiderilor centrale — lungime totală 307,0 m.

Lățime între parapete : 13,0 m.

Înălțimea suprastructurii : 2,0 m la mijlocul deschiderii ; 6,0 m deasupra pilelor.

Materiale utilizate în suprastructură : B 400 ; fascicule 24 Ø 7.

DESCRIEREA STRUCTURII

Podul este amplasat peste un viitor lac de acumulare creat prin executarea unui baraj care va ridica nivelul rîului Zelivka cu 40 m. În consecință, nivelul căii pe pod este situat la 60 m peste fundul actualei văi (fig. 4).

În secțiune transversală, suprastructura este realizată dintr-o casetă dublă cu console de 2,11 m lungime de ambele părți. Placa superioară are o grosime de 16 cm, iar cea inferioară o grosime variabilă de la 14 cm la mijlocul deschiderii, pînă la 65 cm în dreptul pilelor. Cele trei pile, cu înălțimi de 27 m, 54 m și 21 m, au o secțiune dreptunghiulară constantă 4,00×8,78 m cu gol interior; peretele lung are o grosime de 90 cm, iar cel scurt de 130 cm, cu excepția pereților primilor 20 m ai pilei centrale ale căror grosimi sînt respectiv de 1,40 și 1,80 m. Pilele sînt fundate pe gneis la adîncimi de 7...12 m.

PROCEDEUL DE CONSTRUCȚIE

Practic, întregul transport de materiale, pe verticală ca și pe orizontală, a fost executat cu ajutorul unei macarale-funicular, cu deschiderea de 420 m și cu 5 t capacitate de ridicare.

Pilele au fost betonate în cofraje alunecătoare, cu un ritm de avansare de 2,5 m pe zi (cu două schimburi de cîte 11 ore).

Bancheta de la partea superioară a pilelor a fost betonată pe o lungime de numai 6,2 m, necesară pentru așezarea unui cărucior de betonare. După betonarea, cu ajutorul acestuia, a două secțiuni de suprastructură (asimetric față de pilă), bancheta a fost eliberată pentru a se așeza cel de-al doilea cărucior cu ajutorul căruia s-au betonat alte două secțiuni de pod, de cealaltă parte a pilei.

După aceasta s-a putut trece la betonarea propriu-zisă în consolă, simetric de fiecare parte a pilei.

S-au utilizat în total patru cărucioare în greutate de 25 t, fiecare din ele asigurînd betonarea cîte unei secțiuni în lungime variabilă de la 1,8 m (în dreptul pilelor) la 3,2 m (la capetele consolelor), în greutate de aproximativ 75 t. Din lungimea totală a podului, 94% a fost betonată în consolă.

Armătura din inimi a fost prefabricată, cea din plăci fiind executată pe loc.

Placa inferioară a fost betonată întotdeauna separat. Inimile au fost betonate în una sau două etape, în funcție de înălțimea lor. În secțiunile cele mai puțin înalte, inimile au fost betonate o dată cu placa superioară. Rezistența de 320 kg/cm², necesară pentru precomprimare, a fost atinsă după 70 ore, la 28 de zile realizîndu-se aproximativ 500 kg/cm².

Fiecare pereche de secțiuni simetrice față de pile a fost precomprimată independent cu cîte 9...12 fascicule 24 Ø 7 mm(forță de pretensionare aproximativ 100 t/fascicul).

Întrucît fasciculele nu au avut teacă decît pe cîte 3 m la capete, pentru a împiedica corodarea lor, fasciculele au fost protejate cu ajutorul unui strat pe bază de polivinilbutiren și cromat bazic de zinc și a unui catalizator conținînd acid fosforic. Acest strat nu reduce aderența între oțel și beton, este suficient de elastic pentru a nu fisura în timpul pretensionării fasciculelor și protejează oțelul împotriva coroziunii timp de 2—3 luni.

Pentru a compensa deformația consolelor în timpul betonării în consolă, precum și deformațiile în timp ale suprastructurii sub efectul greutății permanente, s-a prevăzut o supraînălțare de 25 cm la mijlocul deschiderii, majorată cu încă 8 cm în ultimele cinci secțiuni ale fiecărei console, datorită influenței încărcării utile asupra curgerii lente a betonului.

Ciclul de betonare a unei perechi de secțiuni de înălțime medie a fost de o săptămînă ; durata medie de execuție pe întreaga suprastructură a unei perechi de secțiuni, cuprinzînd și asamblarea și demontarea cărucioarelor de betonare și măsurile tehnologice speciale luate la capetele fiecărei console, dar fără operațiile de finisare, a fost de 11 zile.

Indicii medii de consum de materiale, pe m² de suprafață în plan, au fost :

— beton 2,17 m³, din care 1,30 m³ beton armat în infrastructură și 0,87 m³ beton precomprimat în suprastructură ;

— oțel 125 kg, din care oțel moale 44 kg în infrastructură și 81 kg în suprastructură, iar oțel pretensionat 56 kg.

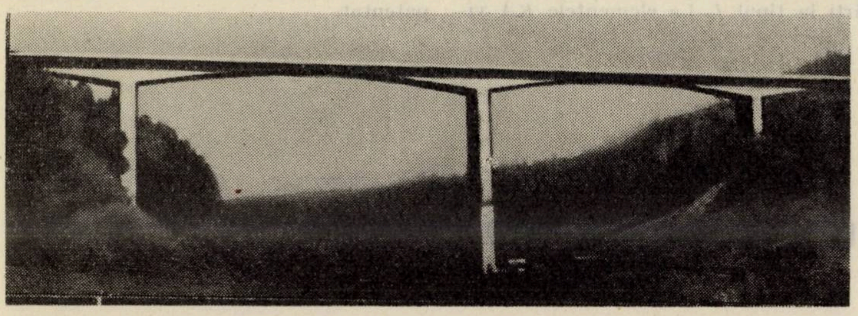


Fig. 4

ELEMENTE TIP DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU PODURI DE ȘOSEA

O statistică efectuată în anul 1960 a arătat că, dintre podurile de șosea existente la acea dată în Cehoslovacia, 92,3% aveau deschideri sub 20 m, 3,6% aveau deschideri cuprinse între 20 și 30 m și numai 4,1% aveau deschideri depășind 30 m.

Aceste rezultate explică de ce, încă din anul 1954, s-a trecut la tipizarea și prefabricarea unor elemente de beton precomprimat pentru podurile de șosea cu lungimi între 9 și 30 m.

În prezent se produc două tipuri de elemente :

1. Tipul *KA*-67, elemente casetate cu lungimi de 9 ; 12 ; 15 și 18 m. Secțiunea lor transversală, tipul de rost și posibilitățile de combinație sînt prezentate în fig. 5 *a*. Elementele de diverse lungimi diferă între ele numai prin înălțime; grosimea inimii, lățimea și calitatea de beton (B 500) sînt aceleași. Majoritatea fabricilor de prefabricate produc aceste elemente la lungimi variind din metru în metru. Precomprimarea se realizează cu armături postîntinse.

În tabela 2 se dau înălţimile şi indicii caracteristici.

Tabela 2

Lungime (m)	U.M.	9	12	15	18
Înălţime (cm)		45	60	70	58
Beton în elemente	m^3/m^2	0,30	0,33	0,34	0,37
Beton în rosturi	,,	0,06	0,06	0,05	0,05
Beton, total	,,	0,36	0,39	0,39	0,42
Oţel moale	kg/m^2	23,8	21,2	25,2	25,9
Oţel pretensionat	,,	18,8	18,5	20,4	22,9
Oţel în ancoraje	,,	8,1	6,3	5,3	5,1
Oţel, total	,,	50,7	46,0	50,9	53,9
Greutate	t	6,49	9,65	12,79	16,74

Tabela 3

Lungime (m)	U.M.	21	24	27	30
Înălţime (cm)		100	110	125	140
Beton în grinzi	m^3/m^2	0,40	0,41	0,43	0,44
Beton în rosturi	,,	0,06	0,06	0,06	0,06
Beton, total	,,	0,46	0,47	0,49	0,50
Oţel moale	kg/m^2	42,6	40,7	41,5	41,6
Oţel pretensionat	,,	20,2	21,4	24,2	26,0
Oţel în ancoraje	,,	4,8	4,5	4,5	4,2
Oţel, total	,,	67,6	66,6	70,2	71,8
Greutate	t	30,58	35,97	42,2	49,61

2. Tipul *I*/67 — grinzi I dublu simetrice, cu lungimi de 21; 24; 27 şi 30 m. Secţiunea transversală, tipul de rost şi posibilităţile de combinaţie sînt prezentate în fig. 5 *b*, iar principalele caracteristici în tabela 3.

Conlucrarea transversală a ambelor tipuri de elemente este asigurată numai cu oţel moale (fig. 5 *c*). Barele longitudinale sînt trecute prin etrierii care sînt scoşi, de la turnare, în afara elementelor, în rosturi. În calcul, aceste rosturi sînt considerate articulaţii.

La încercări, rosturile umplute cu beton au arătat o mare rigiditate la început; ulterior, ca urmare a încărcărilor dinamice, rigiditatea se reduce şi rostul lucrează practic ca o articulaţie.

Execuţia elementelor se face în tipare metalice, într-o singură piesă cu lungimi pînă la 18 m la tipul *KA*, şi din 3 sau 5 părţi la tipul *I*. La elementele *KA* vi-

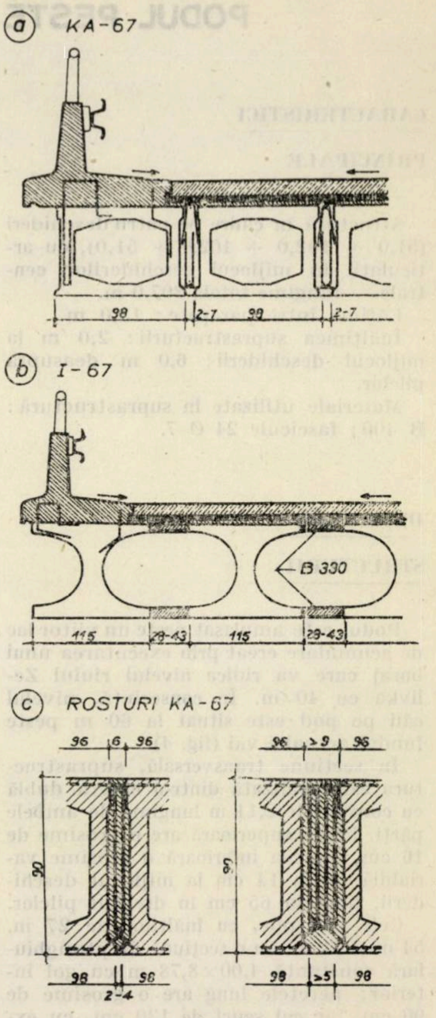


Fig. 5

brarea se realizează în interiorul golurilor (cu un excitator vibrant sau cu tuburi vibrante) conform unui procedeu patentat.

ÎMBRĂCĂMINTE DE DRUM DIN BETON PRECOMPRIMAT

Realizarea din plăci de beton precomprimat a îmbrăcăminţii unui drum permite reducerea, în comparaţie cu îmbrăcămintea de beton simplu, atît a grosimii, cît şi a costului straturilor de fundaţie. În acelaşi timp, îmbrăcămintea de beton precomprimat întruneşte toate calităţile necesare unui trafic modern, menţinîndu-şi constantă în timp suprafaţa netedă şi rugoasă.

După o serie de încercări prealabile la oboseală efectuate pe grinzi, s-a executat un tronson experimental pe un drum de clasa a treia. Această secţiune are două căi de circulaţie de cîte 3,50 m lăţime (fig. 6), cu plăci de grosime diferită: 6 cm, respectiv 8 cm. Lungimea îmbrăcăminţii de beon precomprimat este de 130 m.

Aşezarea plăcilor s-a făcut pe un strat în grosime de 3, respectiv 5 cm de pietriş special pregătit, care realiza un înveliş

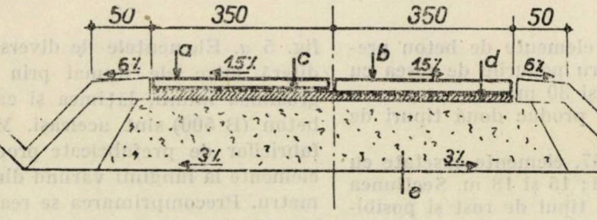


Fig. 6

continuu cu denivelări de maximum ±0,5 cm, peste care s-a prevăzut utilizarea vaselinei în vederea reducerii în cît mai mare măsură a frecării plăcilor.

Fundația căii, pe întreaga secțiune experimentală, poate fi caracterizată ca nefavorabilă: măsurătorile au arătat un modul de elasticitate $E_{fund} = 70...$ $...110$ kg/cm² la o umiditate de 9... ...19%.

După realizarea unui strat în grosime de 40 cm de pietriș natural compactat, capacitatea de încărcare (măsurată cu ajutorul unei grinzi Benkelmann și al unei plăci de 10 000 cm²) a variat între 750 și 770 kg/cm², pentru ca, după executarea stratului de pietriș tratat, să se ajungă la o valoare $E = 810...$ $...930$ kg/cm².

Plăcile de beton ale căii au fost precomprimate cu ajutorul unor sîrme Ø 3 mm de înaltă rezistență, la un efort unitar de compresiune de 35 kg/cm².

Betonarea plăcilor de 6 cm s-a făcut într-un singur strat, în timp ce betonarea plăcilor de 8 cm s-a făcut în două straturi. După betonare, suprafața plăcilor a fost protejată cu Ochranol pentru a evita o uscare de nedorit.

Transferul forței de precomprimare s-a făcut la 28 de zile, prin tăierea sîrmelor.

Săgețile măsurate la încărcări statice pînă la 20 t au fost de același ordin de mărime cu cele ale îmbrăcăminții de beton simplu de 20 cm și 22 cm grosime.

Încărcările repetate — cu forța variind de la 0 la 100 t — ca și trecerea unui vehicul exercitînd o presiune de 7 t pe o roată dublă, au confirmat rezultatele încercărilor preliminare la oboseală pe grinzi, în sensul că s-a constatat numai o creștere nesemnificativă a deformațiilor permanente ale plăcilor, fără fisuri și fără distrugeri locale.

UTILIZAREA TEHNICII PRECOMPRIMĂRII PENTRU REPARAREA STRUCTURII UNOR CONSTRUCȚII DETERIORATE DE INCENDII

a. Ca urmare a unui incendiu la un depozit de produse de cauciuc din Breclav, planșeul de beton armat a fost serios deteriorat, în special la partea inferioară — cea mai expusă — a grinzilor. Această situație a dat naștere unor temeri privind capacitatea lor portantă. Armătura principală de rezistență de la fața superioară a grinzilor (în zona de momente încovoietoare negative) fiind nedeteriorată, s-a verificat experimental calitatea betonului și s-au luat măsuri de recondiționare.

S-au îndepărtat zonele de beton deteriorate de foc, reconstituindu-se forma inițială a grinzilor cu ajutorul unui beton torcretat la o presiune de 7 atmosfere, care a acoperit armătura existentă. După aceea, în fiecare deschidere s-au prevăzut cîte două bare Ø 22 mm curbe, cu o limită minimă de curgere de 40 kg/mm². Aceste bare au fost trecute pe după reazeme intermediare și au fost ancorate la capete prin sudare pe niște plăci metalice, la rîndul lor sudate de armătura de la partea superioară a grinzilor (după îndepărtarea locală a stratului de beton de protecție), conform fig. 7, detaliul *A*. Reazemele intermediare au fost executate conform detaliului *B*, iar pretensionarea barelor, prin deformarea transversală, conform detaliului *C*.

După terminarea operației de pretensionare, barele curbe, reazemele intermediare și piesele utilizate pentru pre-

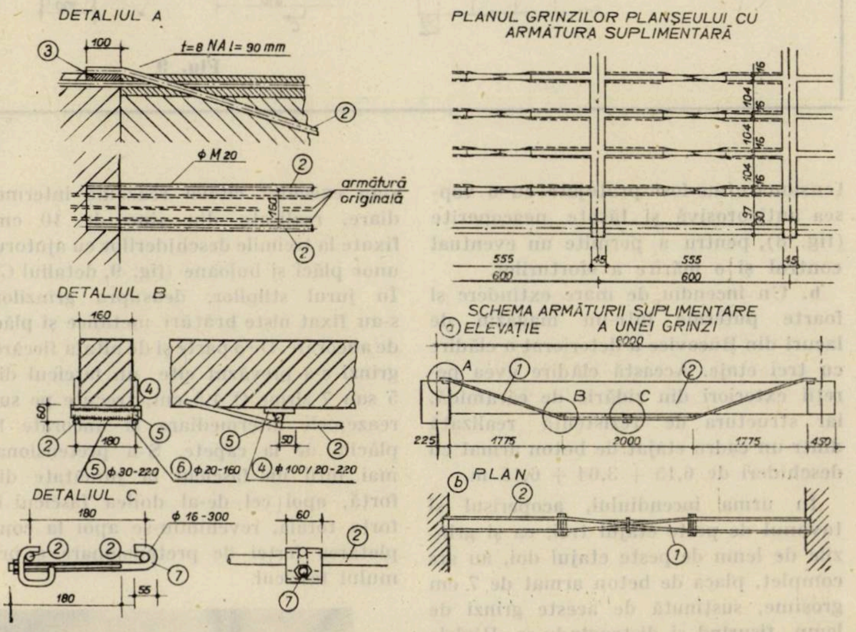


Fig. 7

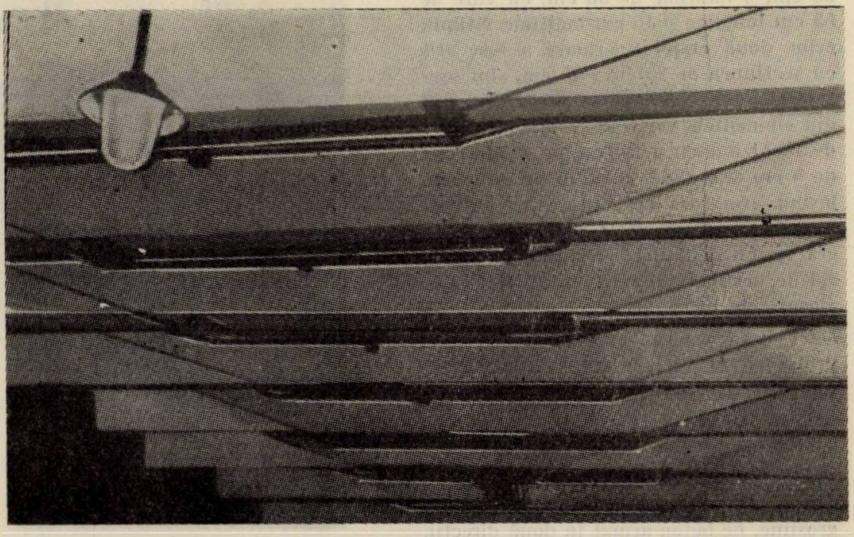


Fig. 8

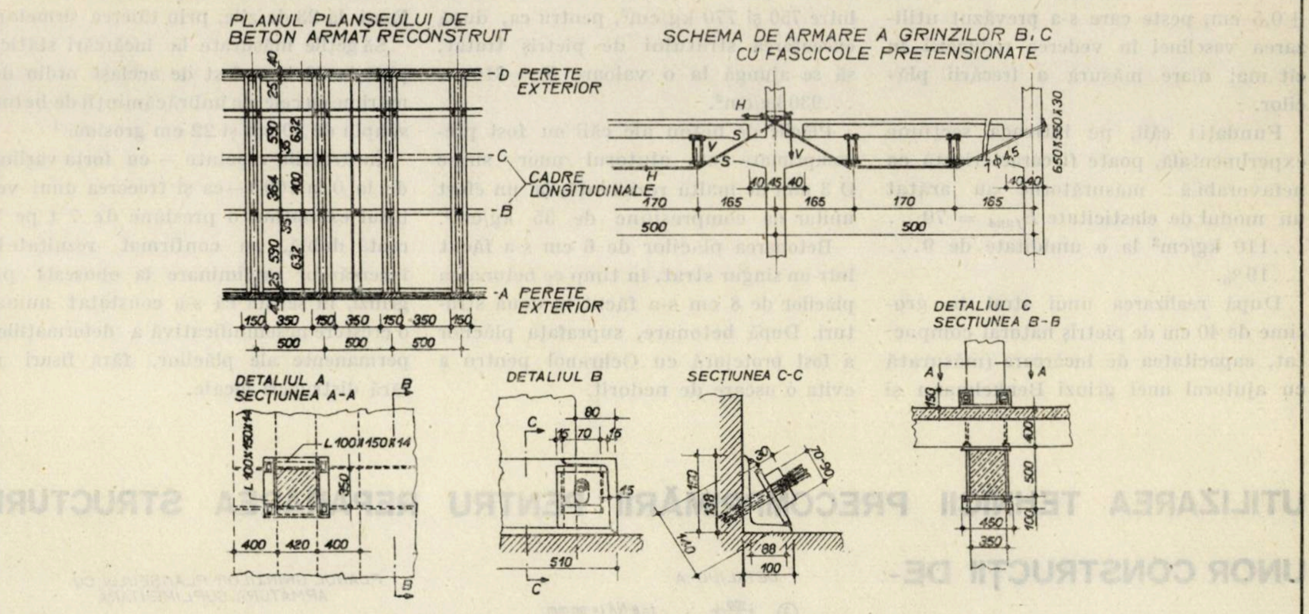


Fig. 9

tensionare au fost protejate cu o vopsea anticorosivă şi lăsate neacoperite (fig. 8), pentru a permite un eventual control şi o mărire a eforturilor.

b. Un incendiu de mare extindere şi foarte puternic într-un magazin de lacuri din Bucovice a deteriorat o clădire cu trei etaje. Această clădire avea pereţii exteriori din zidărie de cărămidă, iar structura de rezistenţă realizată dintr-un cadru etajat de beton armat cu deschideri de 6,15 + 3,64 + 6,15 m.

În urma incendiului, acoperişul şi tavanul de peste etajul trei, ca şi grinzile de lemn de peste etajul doi, au ars complet, placa de beton armat de 7 cm grosime, susţinută de aceste grinzi de lemn, fisurînd şi distrugîndu-se. Riglele orizontale ale cadrelor aveau o lăţime de 35 cm, o înălţime de 50 cm, cu vute de 65 cm lungime şi 15 cm înălţime. Stîlpii, celor două etaje superioare a fost atît cu secţiunea de 35 cm×45 cm, sînt aşezaţi la interax de 5,00—6,00 m. Betonul din elementele verticale şi orizontale ale de încălzit încît a fisurat pe o adîncime de 5 cm şi a căzut chiar în multe locuri, lăsînd armătura dezgolită. Armătura de la partea inferioară a riglelor cadrelor era vizibil deformată. Planşeele, pînă la cel de peste etajul întîi, nu au fost deteriorate de incendiu.

Pe baza analizei şi a încărcărilor de probă efectuate, s-a ajuns la următoarele hotărîri :

Grinzile de peste etajul doi nu pot susţine încărcarea utilă (de 500 kg/m^2) şi necesită consolidare.

S-a executat o nouă placă de 12 cm grosime, de beton armat în două direcţii. Betonul din grinzi a fost completat şi s-au executat cîteva reazeme intermediare, realizate din şine de 10 cm, fixate la treimile deschiderilor cu ajutorul unor plăci şi buloane (fig. 9, detaliul *C*). În jurul stîlpilor, deasupra grinzilor, s-au fixat nişte brăţări metalice şi plăci de ancorare. De o parte şi de alta a fiecărei grinzi s-a prevăzut cîte un fascicul din 5 sau 7 sîrme Ø 4,5 cm, trecute pe sub reazemele intermediare şi ancorate în plăcile de la capete. S-a pretensionat mai întîi un fascicul la jumătate din forţă, apoi cel de-al doilea fascicul la forţa totală, revenindu-se apoi la completarea forţei de pretensionare a primului fascicul.

Lungimea totală a grinzilor peste cel de-al doilea etaj a fost de 227,30 m, preţul de cost al unui metru de consolidare fiind de 505 coroane cehoslovace.

Pentru protecţia muncii, pe fiecare fascicul s-au introdus inele metalice la distanţa de 50 cm, întrucît atît fasciculele, cît şi reazemele intermediare rămîn neprotejate (fig. 10).

La calculul fasciculelor şi al forţelor de precomprimare s-a avut în vedere un coeficient de siguranţă egal cu 2 pentru întreaga încărcare utilă.

După consolidare, s-au efectuat încărcări de probă care au dat deplină satisfacţie.

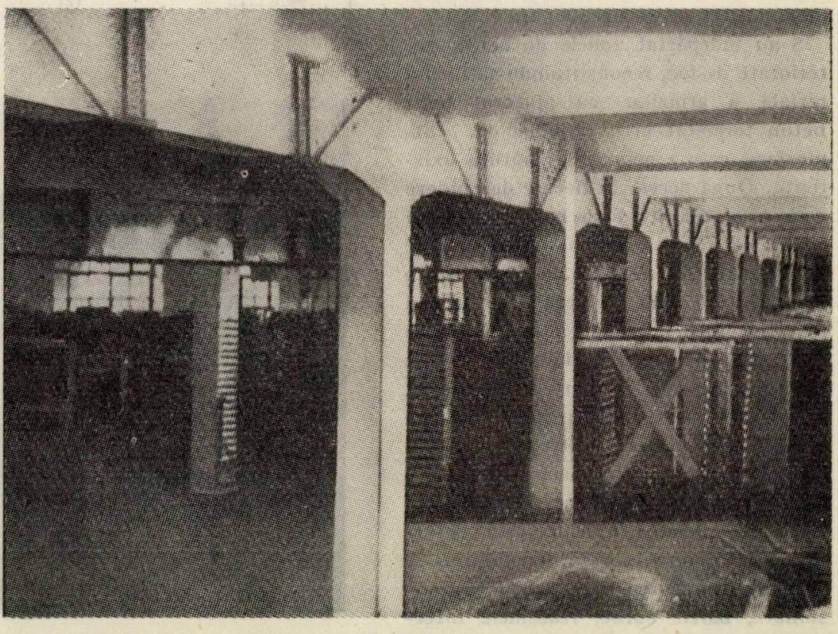


Fig. 10

CUBA

PRODUCȚIA INDUSTRIALĂ DE ELEMENTE PREFABRICATE TIP DIN BETON PRECOMPRIMAT

Începînd din anul 1959, producția industrială de elemente tip de beton precomprimat a luat un mare avînt: douăsprezece fabrici de prefabricate — dintre care două în hale acoperite și restul în aer liber (fig. 1) — produc anual peste 35 000 m^3 de astfel de elemente, acest volum reprezentînd 42 % din producția totală de beton prefabricat în uzină.

Elementele se execută în general pe standuri de 120 ... 180 m și 5 ... 9 m lățime, cu culee de capăt ce pot prelua 400 ... 600 tone.

Armătura pretensionată este realizată din sîrme amprentate Ø 3 și Ø 5 mm și toroane 7 Ø 3 mm. Armăturile se pretensionează simultan cu ajutorul unor vinciuri hidraulice de 150 t avînd o cursă de 1,70 m.

Se utilizează în general cofraje metalice sau de lemn acoperit cu tablă; în ultimul timp s-au folosit — cu rezultate excelente — matrițe de beton. Producția grinzișoarelor de secțiune ⊓ și a stîlpilor se face prin extrudere cu o instalație concepută și executată în Cuba.

Betonul se execută cu ciment Portland P 500 și agregate, în general, din piatră spartă de calcar cu rezistența de 500 kg/cm^2, fără nici un adaos.

Întărirea betonului se face pe cale normală (cu stropire și acoperire cu pînză de iută), atingîndu-se rezistența necesară pentru transfer în 72 de ore; durata unui ciclu de producție este de patru zile.

Transferul forței de precomprimare se efectuează lent, cu ajutorul unor vinciuri hidraulice.

Printre elementele produse cu tehnologia descrisă se pot cita:

a. *Stîlpi pentru linii electrice aeriene* de 33 kV cu inimă plină, de 11 m lungime și volum 0,56 m^3, din beton B 350.

b. *Elemente pentru construcții agricole și magazii ușoare* (acoperite cu azbociment): stîlpi cu secțiune I de 3,60; 6,50 m lungime (greutate 202...807 kg) și grinzișoare cu secțiune [de 6 m lungime (greutate 216 și 254 kg) care, prin asamblare, formează cadre cu trei articulații de 6,9 și 12 m deschidere pentru travee de 6 m.

c. *Elemente pentru acoperișuri* de secțiune ⊓ și Π. Primele au lățimea de 0,60 și 1 m, lungimea de 4,50 m, grosimea plăcii de 3 cm și sînt armate cu sîrmă Ø 3 mm (B 350); elementele cu secțiune Π au lungimea de 6,00 m, lățimea de 1,50 m și înălțimea de 20 cm, la o suprasarcină de 150 kg/m^2.

d. *Dale cu goluri* de 1,50 × 9,00 × 0,30 m pentru planșee și acoperișuri la construcțiile înalte pentru locuințe. Execuția se face în prezent pe tipare individuale, iar armătura pretensionată este constituită din sîrme Ø 5 mm; se prevede trecerea la producția prin extrudere. Dalele pentru planșee se livrează gata finisate cu plăci ceramice.

e. *Elemente* Π *pentru planșee*, similare cu cele pentru acoperișuri, însă cu înălțime de 30 cm; suprasarcină accidentală pînă la 600 kg/m^2.

f. *Traverse de cale ferată* în două tipuri:

— traversa H3—2300×323×209 mm, greutate 250 kg, armare 6×7 Ø 3 mm, fabricată începînd din anul 1965, producția totală aproximativ 200 000 buc.;

— traversa Cuba 70—2300 × 260 × 210 mm, greutatea 235 kg, B 450 — fabricată în matriță de beton, în flux continuu. Ea este dimensionată pentru un moment încovoietor de ± 1,0 tm în zona centrală, respectiv + 1,2 și — 1,0 tm sub șină, pentru încărcări pînă la 25 t pe ax la viteză de 120 km/oră.

Este în curs de experimentare traversa Cuba 71 pentru viteza pînă la 150 km/oră.

Se prevede dezvoltarea producției pînă la un milion de traverse pe an în 1975.

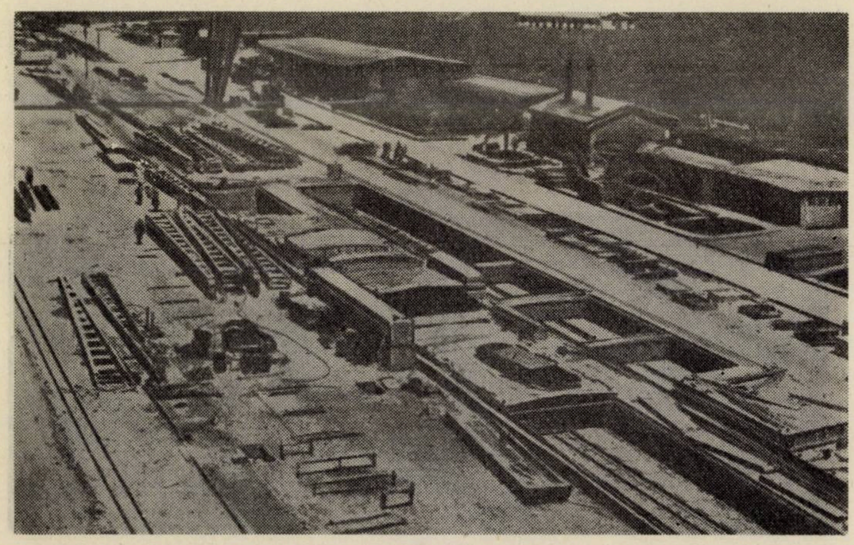


Fig. 1

CLĂDIRE INALTĂ EXPERIMENTALĂ

În curs de construcție, clădirea va avea 17 etaje. Ea este alcătuită din două edificii paralele (fig. 2 și 3) de 7,5 × 37,0 m și de 60 × 37,0 m, unite prin galerii prefabricate (secțiune în dublu U de 14 m lungime) care reazemă pe pereții celor patru goluri destinate scărilor și ascensoarelor.

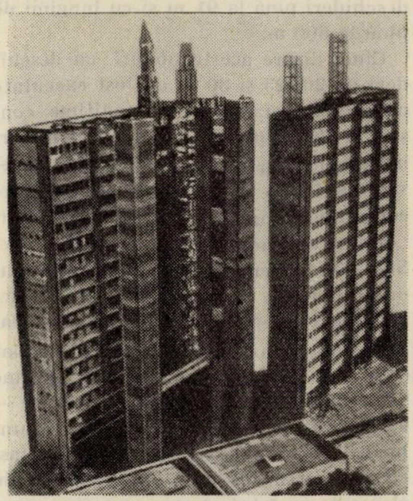


Fig. 2

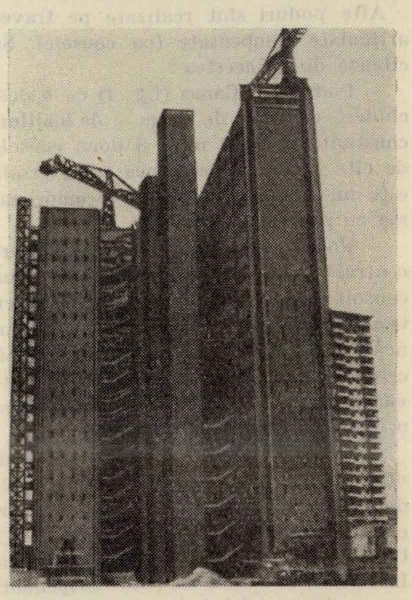


Fig. 3

Timpanele și grinzile de fațadă au fost turnate în cofraje alunecătoare.

Planșeele se execută din dale dreptunghiulare cu goluri (1,50 × 8,00 m) precomprimate în uzină, la care se asigură apoi continuitatea pe reazeme cu ajutorul unor armături pretensionate.

Rezervoarele de apă de 25 m lungime au fost executate prin asamblarea pe șantier — cu ajutorul precomprimării — a unor tronsoane prefabricate în uzină.

PODURI DE BETON PRECOMPRIMAT

Începînd din anul 1958 s-au executat în Cuba un număr de aproximativ 20 de poduri de beton precomprimat cu deschideri pînă la 91 m şi cu lungimi de pînă la 600 m.

Cinci dintre aceste poduri, cu deschideri de 20, 25 şi 30 m au fost executate cu grinzi prefabricate de înălţime constantă (h=1,00 ... 1,35 m) şi dala turnată pe loc. Grinzile au în secţiune transversală forma de I sau ⊓ şi sînt precomprimate cu fascicule tip Freyssinet.

Pe autostrada Havana — Melena del Sur sînt în curs de execuţie două viaducte paralele cu lungime de 600 m fiecare (4 × 45 + 4 × 60 + 4 × 45 m), realizate din grinzi de beton precomprimat (cîte 4 în fiecare deschidere) cu înălţime variabilă (2,25 ... 2,75 m). Grinzile — cu greutate maximă de 160 t — se asamblează pe şantier, cu ajutorul unor fascicule postîntinse tip Freyssinet, din elemente prefabricate în uzină şi se montează apoi în amplasamentul definitiv.

Alte poduri sînt realizate pe travee articulate compensate (cu console). Se citează dintre acestea :

— Podul Las Canas (fig. 4) cu o deschidere centrală de 76 m — de înălţime constantă de 3,60 m — şi două console de cîte 15,15 m. Secţiunea transversală este un cheson bicelular. Precomprimarea cu procedeul Roebling.

— Podul Cuyaguateje cu o deschidere centrală de 91 m compensată de două console scurte (13,90 m) ancorate cu tiranţi verticali precomprimaţi. Secţiunea transversală este tot un cheson bicelular. Înălţimea suprastructurii este variabilă de la 1,88 la 3,75 m. Precomprimare cu procedeul Roebling.

— Podul Damuji (fig. 5) are o deschidere centrală de 65 m, compensată de două console de cîte 10 m, cele trei grinzi chesonate monocelulare care constituie structura fiind executate în consolă. La capătul consolelor sînt suspendate şase grinzi prefabricate de secţiunea I cu înălţime de 100 m şi lungime de 25 m. Pentru precomprimare s-au utilizat fascicule tip Freyssinet.

O altă soluţie utilizată a fost aceea a structurilor articulate continue. Se menţionează cîteva lucrări executate în această soluţie:

— Podul Yara (fig. 6) cu cinci deschideri (35,5 + 3 × 49 + 35,5 = 218 m), cu pilele centrale realizate din pereţi dubli (la distanţe de 2,00 m). În zona

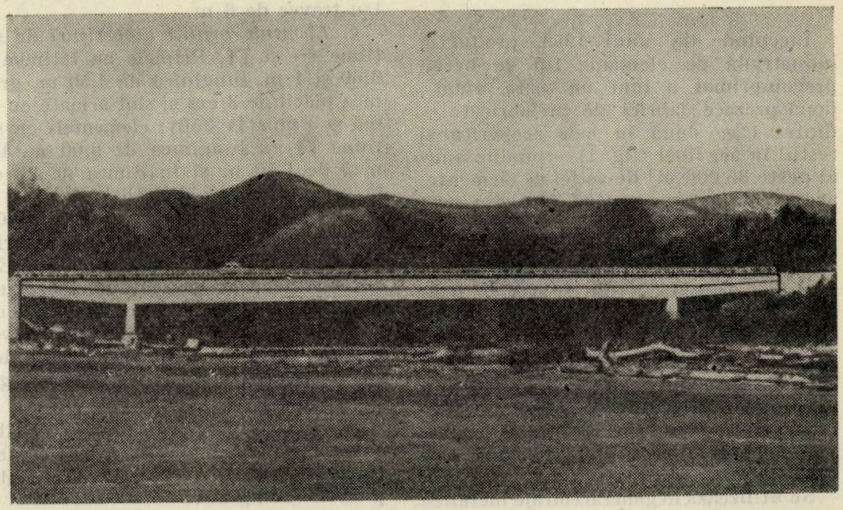


Fig. 4

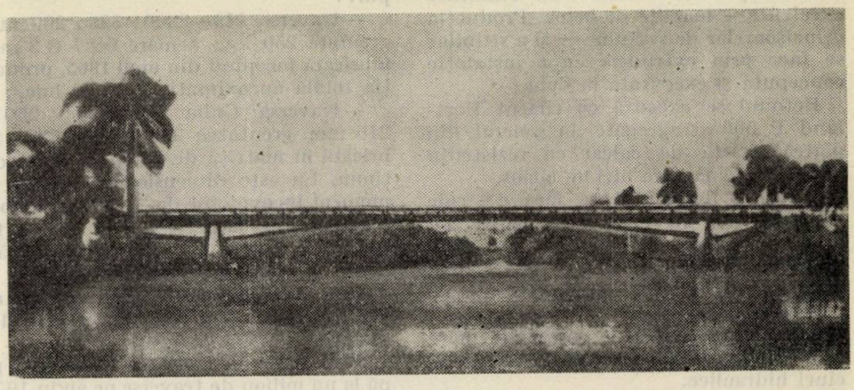


Fig. 5

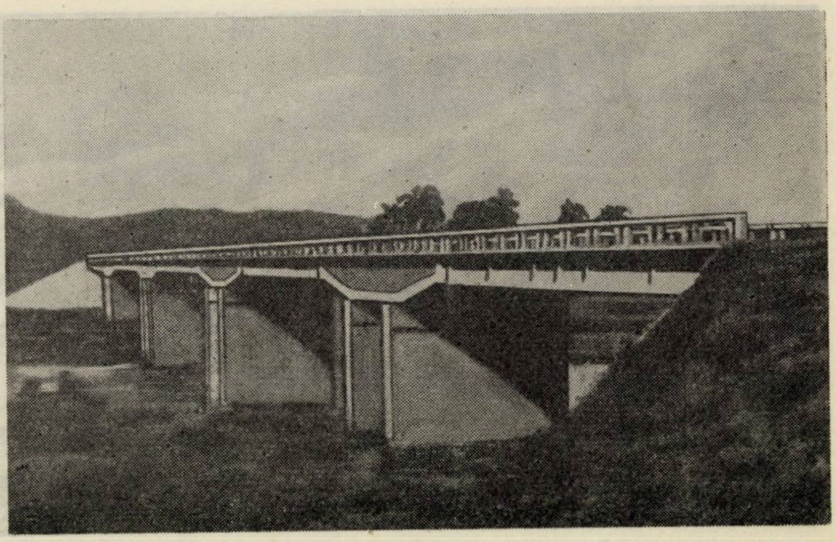


Fig. 6

pilelor, tablierul are înălţimea variabilă (1,35 ... 2,50 m) şi este alcătuit (în secţiune transversală) din trei chesoane monocelulare. În zonele centrale s-au utilizat grinzi prefabricate cu înălţime de 1,00 ... 1,35 m şi lungime de 25 m rezemate pe consolele secţiunilor chesonate.

— Podul Sevilla — cu o alcătuire asemănătoare podului Yara — are trei deschideri (40,50 + 54 + 40,50 m) cu pile executate din pereţi dubli paraleli la distanţă de 7,00 m. Zonele din dreptul pilelor au lungime de 21 m şi o secţiune chesonată cu înălţime variabilă (1,50 ... 2,50 m).

Pe consolele lor sînt rezemate grinzi prefabricate (cîte 6 în secţiune transversală) cu deschideri de 30 şi 40 m şi înălţime de 1,50 m.

— O aceeaşi soluţie a fost utilizată şi la podul Guaninicum (fig. 7) cu deschideri 56,40 + 9,15 + 70,10 + 9,35 = 145 m, precum şi la podul Canto (în construcţie) cu deschideri 60,98 + 79,25 + 60,98 + 45,3 = 244,70 m.

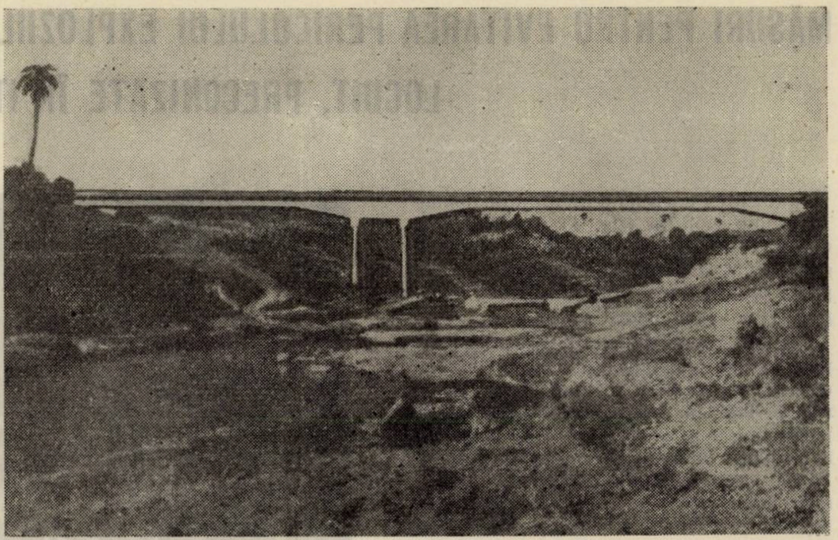


Fig. 7

— Podul Boyamo cu deschideri 40 + +60+40=140 m, are reazemele centrale alcătuite din cadre în V precomprimate. Ele susţin trei chesoane monocelulare cu secţiune variabilă (1,25 ... 2,00 m) şi lungime de 30,50 m. La capătul acestor structuri sînt suspendate cîte 12 grinzi cu înălţime de 1,25 m.

— Podul Bacunayagua (fig. 8) este constituit de un arc poligonal avînd deschiderea de 114 m şi o săgeată de 40 m.

Traveele tablierului sînt realizate din cîte 6 grinzi prefabricate de 28,50 m lungime şi 2,80 m înălţime — precomprimate parţial în uzină (cu armături preîntinse) şi parţial pe şantier (fascicule postîntinse) — şi cu dala turnată pe loc.

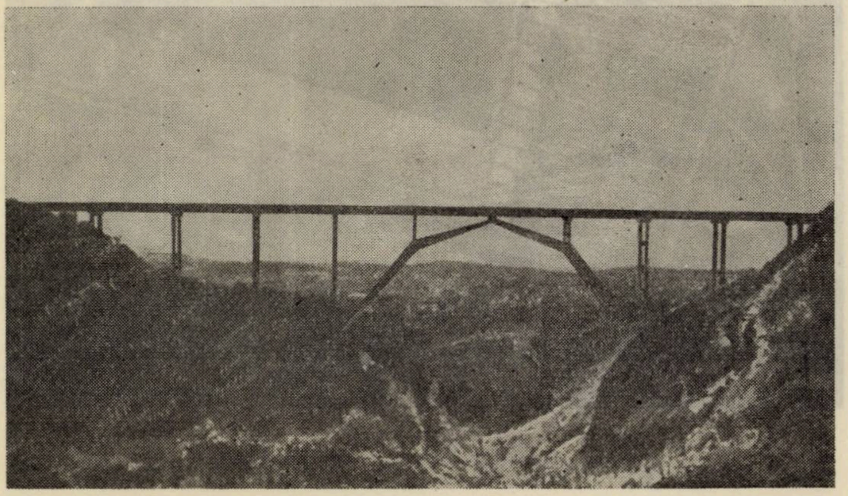


Fig. 8

Hangar la Ciudad Libertad

Fig. 9

Executat în anul 1967 (fig. 9) pe un plan dreptunghiular de 120 × 60 m, structura este constituită dintr-un cadru cu trei deschideri (12+96+12 m), deschiderile marginale fiind ancorate cu ajutorul unor stîlpi precomprimaţi.

Planşeele celor trei etaje executate în traveele laterale ca şi acoperişul traveei centrale sînt realizate din elemente ΠΠ de beton precomprimat de 12 m lungime.

Ridicarea elementelor structurii s-a făcut cu vinciuri sistem *Lift-slab*, forţă maximă 750 t.

MĂSURI PENTRU EVITAREA PERICOLULUI EXPLOZIILOR DE GAZE ÎN CLĂDIRILE DE LOCUIT, PRECONIZATE ÎN ITALIA

Prăbușirea parțială a imobilului *Ronan Point* din Londra (fig. 1) ca urmare a unei explozii de gaze într-un apartament a provocat o amplă discuție cu participarea unor personalități marcante europene din lumea construcțiilor.

Clădirea avariată fiind alcătuită din panouri mari sistem Larsen și Nielsen, discuțiile s-au axat în special pe măsurile de luat pentru a se evita în viitor posibilitatea unei prăbușiri din aproape în aproape a acestui tip de structură. În acest sens a reieșit necesitatea asigurării unor legături rezistente între elementele structurii, care să limiteze daunele și să creeze posibilitatea menținerii integrității structurii chiar și în cazul scoaterii din funcțiune a unui element portant. (Vezi articolul *Prăbușirea parțială a unui bloc turn din panouri mari în Anglia* apărut în revista *„Construcții și materiale de construcție"* nr. 6/1970 pag. 333—336).

După accidentul de la *Ronan Point*, în anul 1969 a avut loc la Bologna (Italia) o explozie de gaze care a provocat moartea a 10 persoane și distrugeri importante. Explozia s-a produs la etajul al doilea al unei clădiri din zidărie portantă de cărămidă și a dus la prăbușirea aproape totală a construcției (fig. 2).

Anterior, la Milano (Italia) s-a produs o explozie de gaz lichefiat la etajul 5 al unui imobil cu 7 etaje. Clădirea, cu schelet de beton armat, a fost serios avariată, bucăți din pereții exteriori fiind proiectați la mare distanță și cauzînd stricăciuni unui edificiu alăturat (fig. 3). În urma exploziei a murit o persoană, 13 au fost rănite și 50 au rămas fără adăpost.

S-a stabilit că normele de proiectare a instalațiilor de gaze, în vigoare, au fost respectate, buteliile de gaze lichefiate au fost amplasate într-o încăpere specială în exteriorul clădirii, fiind prevăzut un sistem corespunzător de conducte pentru transportul gazului la fiecare apartament.

Ținînd seama de faptul că exploziile de gaze reprezintă un mare pericol și provoacă victime și pagube chiar și fără prăbușirea din aproape în aproape a structurii, cum s-a întîmplat la *Ronan Point*, s-a propus în Italia ca măsurile principale să se axeze pe linia evitării exploziilor sau micșorării forței lor și nu a limitării efectelor lor asupra structurii de rezistență a clădirii. Aceasta cu atît mai mult cu cît majoritatea imobilelor sînt de tip vechi, cu structura tradițională, și măsurile preconizate după explozia de la Ronan Point se referă numai la clădirile noi din panouri mari.

Între măsurile preconizate în Italia pentru evitarea sau limitarea pericolului unor explozii de gaze se menționează următoarele :

a) Verificarea permanentă a rețelelor exterioare de distribuție a gazelor cu ajutorul aparatelor pentru detectarea pierderilor. În acest sens s-au exprimen-

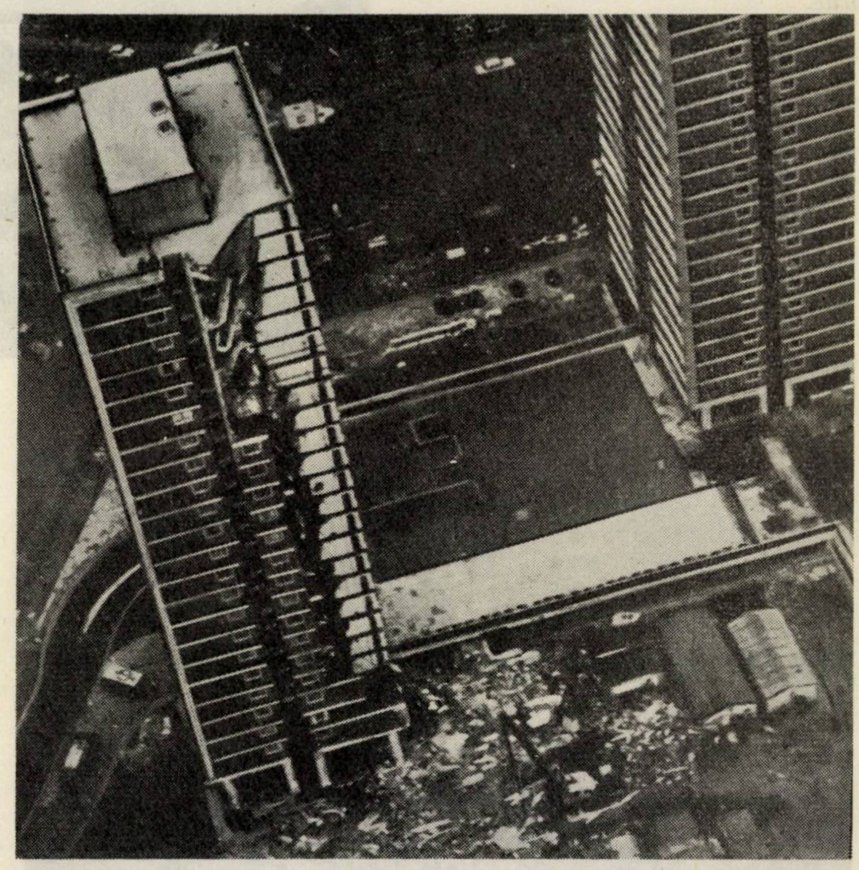


Fig. 1—Imobilul *Ronan Point* (Londra)

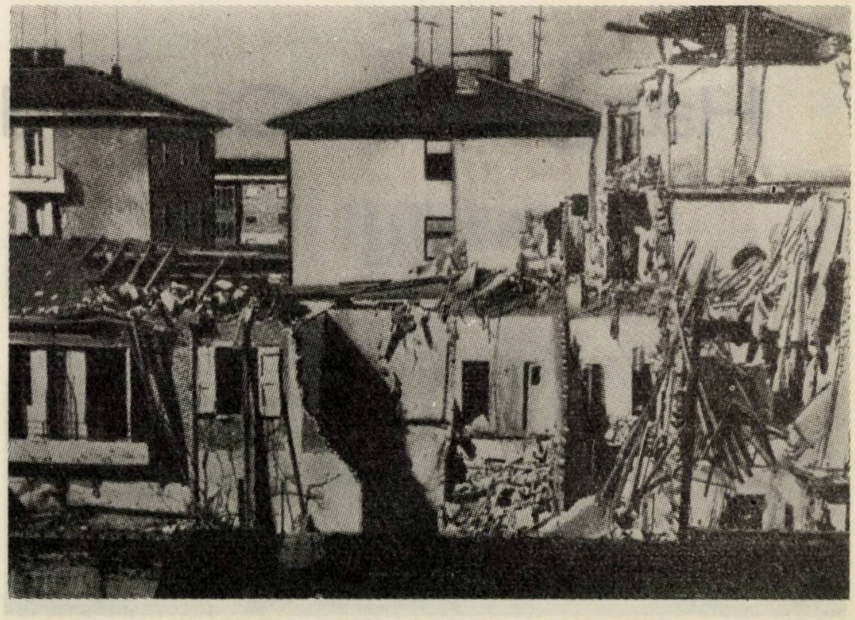


Fig. 2—Vederea imobilului din zidărie portantă de cărămidă prăbușit la Bologna

tat, cu rezultate foarte bune, detectoare de pierderi de gaze bazate pe compararea rezistenței electrice a amestecului de gaz-aer din apropierea conductei cu cel al unui eșantion sigilat de aer curat. Un alt tip de aparate funcționează pe principiul comparării vitezei de propagare a sunetului în mediu de aer amestecat cu gaz și în aer curat.

b) Pentru detectarea pierderilor de gaz în încăperi închise au fost puse la punct diferite instalații, care au însă un cost relativ ridicat (de cca 50 000 ... ...100 000 lire italiene). Raportînd însă costul instalației la valoarea totală a clădirii și la cea a pagubelor posibile, se consideră că se justifică pe deplin cheltuiala suplimentară.

c) Efectele exploziilor de gaze se reduc considerabil prin prevederea unor închizătoare termice, care opresc accesul gazului la arzător în cazul unei creșteri bruște a temperaturii. Aceste închizătoare, utilizate în Italia la cazane, sînt economice și ar putea fi generalizate la instalațiile de gaze din clădirile de locuit.

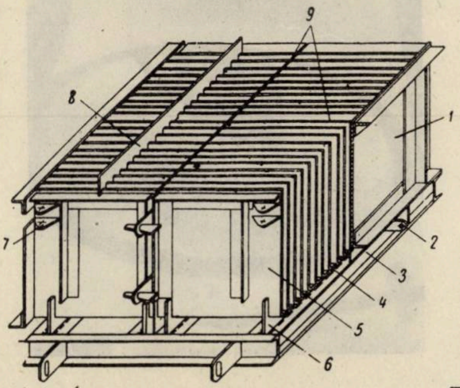
d) La proiectarea instalațiilor de gaze în clădiri s-ar putea prevedea anumiți pereți ușori, ferestre, uși etc. care să permită evacuarea fără pericol a undei de șoc în eventualitatea producerii unei explozii. De asemenea, s-ar putea prevedea o instalație de ventilație corespunzătoare a încăperilor în care se pot produce degajări de gaze.

După „Costruire"

Fig. 3 — Distrugerile provocate de explozia de gaze într-un imobil din Milano.

CASETE VERTICALE PENTRU TURNAREA ELEMENTELOR PREFABRICATE DE MICI DIMENSIUNI

La o fabrică de elemente prefabricate de beton armat din URSS se utilizează un sistem original de tipare metalice pentru turnarea buiandrugilor, plăcilor de drumuri, stîlpilor de gard, capacelor de canal și plăcilor de trotuar. Sistemul de tipare utilizat permite reducerea consumului de forțe de muncă la asamblare și demontare cu 80—90 % și decofrarea simultană a 10 elemente și chiar mai multe (fig. 1). Astfel, în tiparele pentru plăci de trotuar se toarnă simultan 40 de elemente și se decofrează în două reprize de cîte 20 de plăci la o ridicare. Utilizarea acestui tip de tipar în perioada 1968—1970 a dus la reducerea consumului de manoperă cu 30—40 % la creșterea considerabilă a productivității muncii și la îmbunătățirea calității elementelor prefabricate.



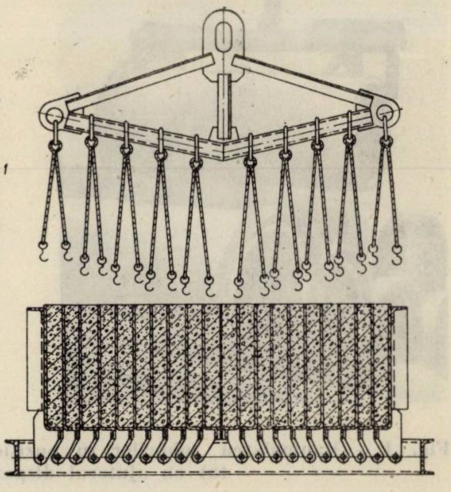


Fig. 1 — Casetă verticală pentru turnarea plăcilor mici și traversă de manipulare.
1. — Perete lateral al tiparului; 2. — articulația peretelui lateral; 3. — fund; 4. — perete interior; 5. — perete exterior; 6. — articulație; 7. — consolă pentru șurubul de strîngere; 8. — pieptene (2 buc.); 9. — pereți despărțitori.

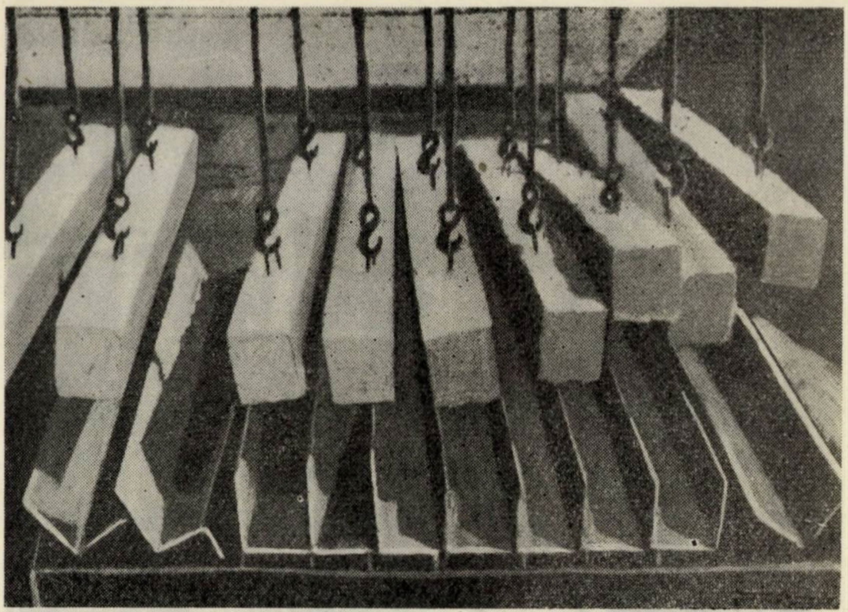


Fig. 2. — Decofrarea elementelor

În afară de avantajele enumerate, utilizarea casetelor verticale duce la creşterea coeficientului de umplere a camerelor de tratament termic, la reducerea numărului de operaţii de macara şi, în consecinţă, la creşterea corespunzătoare a capacităţii de producţie. Tiparele de tipul susmenţionat se pot utiliza şi la confecţionarea blocurilor pentru pereţii de subsoluri, pane de acoperiş şi alte elemente (fig. 2.)

După „Beton i jelezobeton", nr. 7, 1970

DISPOZITIVE AUTOMATE PENTRU MANIPULAREA ELEMENTELOR PREFABRICATE

În URSS se utilizează, începînd din anul 1957, dispozitive automate de manipulare a tiparelor pentru elemente prefabricate pe liniile în lanţ de agregate. Aceste dispozitive servesc la introducerea şi scoaterea tiparelor din camerele de tratament termic ; aşezarea elementelor pe mijlocul de transport spre depozitul de produse finite se făcea însă tot cu ajutorul urechilor de oţel-beton. Pentru a se rezolva integral problema manipulării elementelor prefabricate de beton armat şi a se economisi metalul din urechile de oţel-beton, au fost elaborate dispozitive automate cu autofixare care permit extragerea elementelor din tipar, încărcarea în mijlocul de transport şi transportul lor la depozitul de produse finite. Aceste dispozitive automate de manipulare au fost distinse cu medalia de aur la Expoziţia realizărilor economiei naţionale a URSS şi recomandate pentru introducerea în practică.

Experienţa utilizării dispozitivelor automate de manipulare a arătat că se obţine o reducere a consumului de manoperă şi respectiv a costului manoperei cu cca 5 %. De asemenea, reducîndu-se timpii de manipulare a elementelor se obţine o creştere cu cca 5,2 % a gradului de utilizare a utilajelor principale de formare şi, în consecinţă, o creştere corespunzătoare a capacităţii de producţie a liniilor tehnologice, ceea ce se reflectă în reducerea preţului de cost prin micşorarea cheltuielilor indirecte.

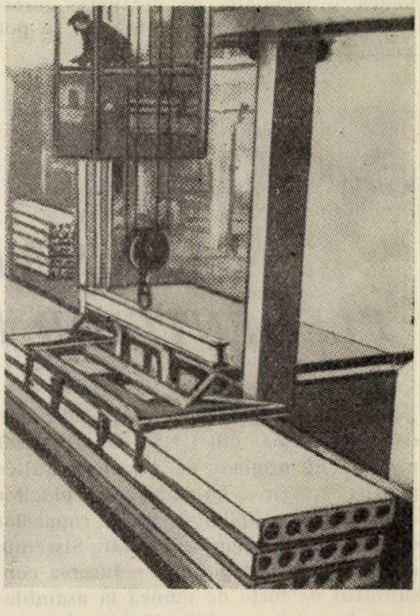
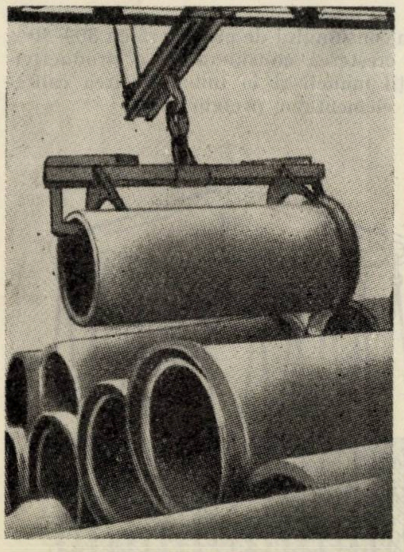


Fig. 2 — Manipularea cu acelaşi dispozitiv automat atît a tiparelor, cît şi a fîşiilor cu goluri, fără urechi de agăţare.



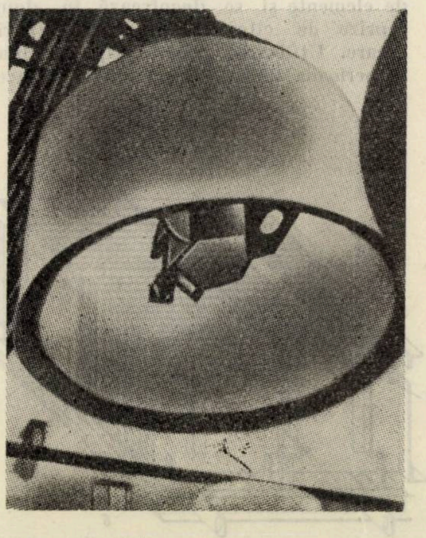
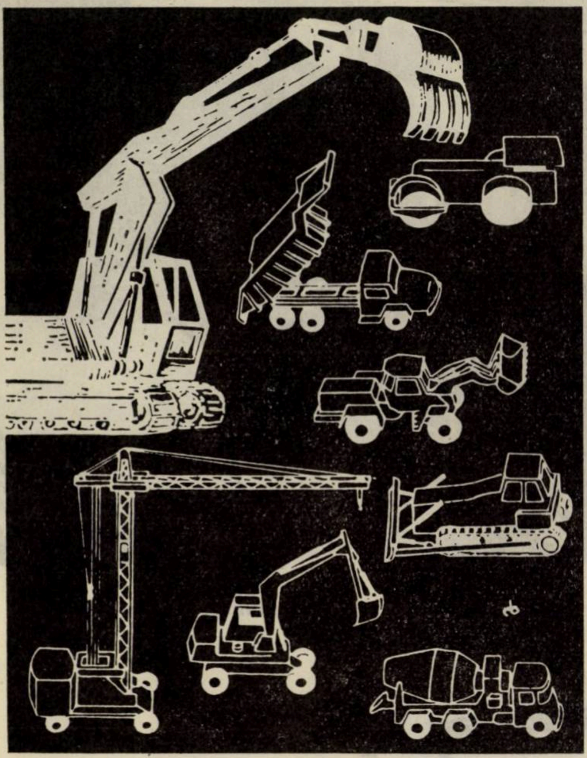


Fig. 1 — Manipularea tuburilor în poziţie orizontală (stînga) şi verticală (dreapta) cu ajutorul dispozitivelor automate.

După calculele autorului dispozitivelor, generalizarea acestora şi renunţarea totală la urechile de agăţare va duce, în URSS, la economii anuale de peste 250 mii tone de oţel-beton.

După „Na Stroikah" Rossii, nr. 9/1970



Pentru a asigura succesul investițiilor dv vizitați Tîrgul din Hanovra, unde veți găsi:

MAȘINI DE CONSTRUCȚII
MAȘINI PENTRU INDUSTRIA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE
MAȘINI PENTRU INDUSTRIA CERAMICĂ

Sîntem convinși că vizita dv la Hanovra se va dovedi fructuoasă!

TÎRGUL DIN HANOVRA 1971

joi 22 aprilie — vineri 30 aprilie

Nou

Documentație tehnică, cu indicarea firmelor participante din ramura construcțiilor, se poate obține gratuit de la:

Deutsche Messe — und Ausstellungs — AG, D-3000 Hannover — Messegelände, Tel.: * * (0511) 891 Telex: 0922728

Publicom

PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA PLASELOR SUDATE ÎN R.F. A GERMANIEI

Plasele sudate cunosc o largă răspîndire în R. F. a Germaniei, unde se utilizează pe scara mare, în special la armarea elementelor de beton monolit.

Tipizarea acestor plase satisface necesitățile diferitelor sectoare de construcții. Plasele sudate tipizate se confecționează din sîrme cu diametrul de 4...12 mm. Sîrmele longitudinale pot fi simple sau dublate. Lungimea maximă a plaselor este de 12,05 m, iar lățimea maximă de 2,45 m. Distanța dintre sîrmele longitudinale și transversale este de 50; 75; 100; 150; 200; 250 și 300 mm.

Aria secțiunii sîrmelor transversale pe 1 m lungime sau lățime de plasă variază între 0,42 și 22,62 cm^2.

Plasele se livrează, în general, sub formă de panouri și, numai într-o mică măsură, în rulouri.

Pentru confecționarea plaselor se folosește oțel de înaltă rezistență, tras la rece, cu profil periodic sau neted.

Între plasele tipizate, cea mai largă răspîndire cunosc așa-numitele plase *Z* care se livrază numai sub formă de panouri plane cu lățimea de 2,15 m.

Sortimentul plaselor *Z* cuprinde 77 de tipodimensiuni grupate în două mari categorii:

a. Plase *ZR* cu armătură de rezistență longitudinală și armături de repartiție transversală. Sîrmele longitudinale sînt dublate, iar cele transversale sînt simple. Ochiurile plaselor sînt dreptunghiulare, cu dimensiunile de 100×250 și 150××250 mm, latura lungă a dreptunghiului fiind așezată în lungul sîrmelor longitudinale. La plasele *ZR*, aria secțiunii sîrmelor transversale pe 1 m lungime de plasă reprezintă cca 20% din aria secțiunii sîrmelor longitudinale pe 1 m lățime de plasă.

b. Plase *ZQ* cu armătura de rezistență pe ambele direcții.

La acest tip de plase, aria secțiunii sîrmelor transversale pe 1 m lungime de plasă reprezintă 40...100% din aria secțiunii sîrmelor longitudinale pe 1 m lungime de plasă.

Din 59 de tipodimensiuni, 55 de tipuri de plase *ZQ* au ochiuri pătrate de 100××100 și 150×150 mm.

Ambele categorii de plase au lungimi standardizate: 5,55; 6,05; 7,05 și 7,55 m.

Se prevede, de asemenea, posibilitatea livrării de plase cu lungimi nestandardizate între 5,05 și 12,05 m, însă multiplu de 0,05 m.

Lungimea standardizată a depășirii sîrmelor de pe o direcție față de axul ultimei sîrme de pe direcția perpendiculară este de 25 mm, însă se confecționează și plase speciale la care această depășire poate ajunge pînă la 600 mm.

Înnădirea plaselor se face prin suprapunere pe un ochi pe direcția sîrmelor de repartiție, respectiv pe trei ochiuri pe direcția sîrmelor de rezistență (fig. 1).

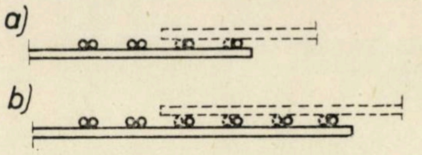


Fig. 1 — Înnădirea plaselor sudate *Z*

a — **pe direcția sîrmelor de rezistență pentru plase *R***

b — **pe direcția sîrmelor de rezistență pentru plase *Q***

În scopul economisirii metalului, sîrmele marginale din zona de suprapunere nu se dublează; aceasta se referă, la plasele *ZR*, la ultimele doua sîrme marginale și la ultimele patru sîrme longitudinale, la plasele *ZQ*.

Sortimentul plaselor este astfel conceput încît să asigure o creștere treptată a secțiunii sîrmelor longitudinale și transversale pe 1 m de plasă.

Indicativul plaselor cuprinde aria secțiunii pe 1 m lățime, în cazul plaselor *ZR* (de ex.: *R 262* este o plasă cu ochiuri dreptunghiulare 150 × 250 mm, alcătuită din sîrme longitudinale Ø 5,0 mm și transversale Ø 4,2 mm, avînd aria secțiunii sîrmelor longitudinale de 2,62 cm^2/m) și aria secțiunii sîrmelor longitudinale pe 1 m lățime/aria secțiunii sîrmelor transversale pe 1 m lungime de plasă, în cazul plaselor *ZQ* (de exemplu: *ZQ* 262/111 este o plasă cu ochiuri pătrate 150 × 150 mm alcătuită din sîrme longitudinale Ø 5,0 mm și transversale Ø 4,2 mm, avînd aria secțiunii sîrmelor longitudinale de 2,62 cm^2/m și a sîrmelor transversale de 1,11 cm^2/m).

În afară de plasele Z și de plasele din stoc, se primesc și comenzi pentru plase nestandardizate la care se pune doar condiția ca să poată fi confecționate la utilajele de care se dispune. Prețurile plaselor nestandardizate sînt cu cca 11... ...16% mai mari decît ale plaselor standardizate.

Plasele se confecționează la linii semiautomate formate dintr-un rastel pentru sîrme longitudinale, o mașină de sudat tip SM 2650, o instalație de primire a plaselor finite și un pupitru de comandă. Linia este deservită de doi muncitori, sîrmele tăiate în prealabil se introduc manual în mașina de sudat, iar cele transversale cad automat din buncărul mașinii. Productivitatea liniei poate ajunge pînă la 10 tone pe schimb.

Fabricile de plase sudate sînt dotate cu depozite de produse finite de mare capacitate, unele ajungînd să cuprindă pînă la 10 mii de tone de plase, ceea ce permite livrarea rapidă a produselor comandate.

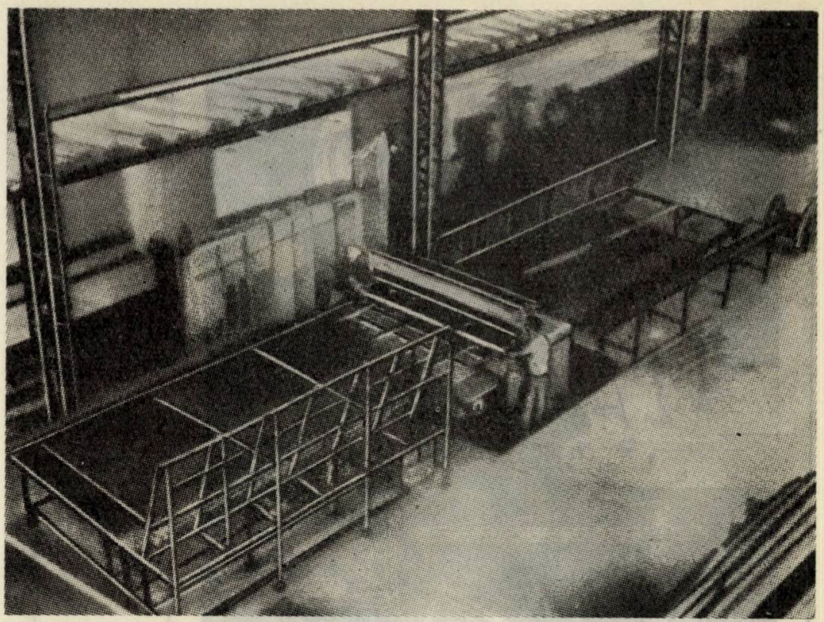


Fig. 2 — Linie semiautomată pentru confecționarea plaselor sudate

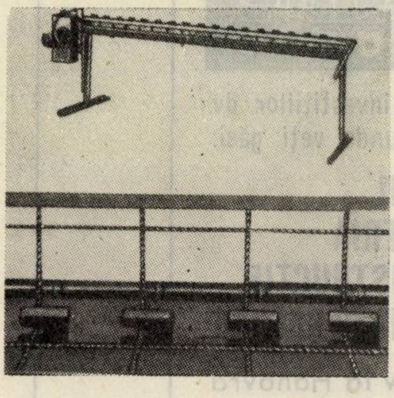


Fig. 3 — Mașină pentru îndoirea plaselor sudate

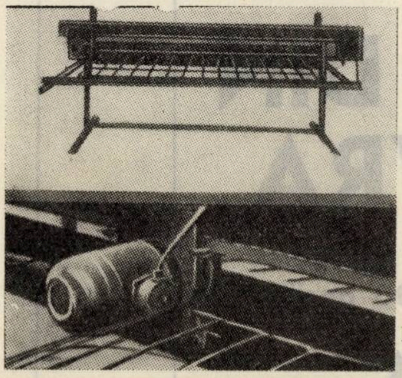


Fig. 4 — Mașină pentru tăierea plaselor sudate

Răspîndirea largă a plaselor sudate, care reprezintă cca 35...40% din consumul total de oțel-beton în R. F. a Germaniei, se explică prin următoarele:

— experiență bogată în utilizarea plaselor sudate la diferitele tipuri de elemente din beton armat;

— sortimentul larg de plase sudate și livrarea lor rapidă la comandă;

— industrializarea confecționării plaselor și prețul lor scăzut;

— calitatea superioară a plaselor și precizia dimensională ridicată;

— existența la punctele de punere în operă a plaselor a unor mecanisme simple și de înaltă productivitate destinate îndoirii (fig. 3), tăierii (fig. 4) etc.

După **Promîșlennoe Stroitelstvo** nr. 10/1970

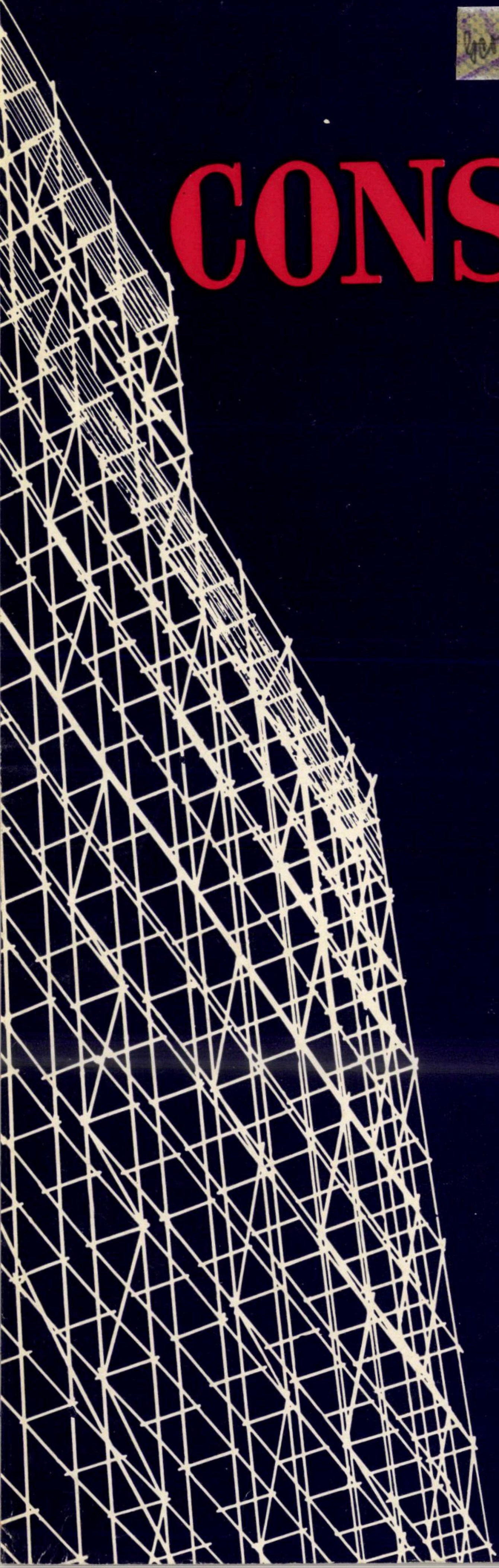
REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII
a editat în luna februarie 1971:

1. Instrucțiuni tehnice pentru aplicarea tapetelor (C. 4—70)
2. Instrucțiuni tehnice pentru prepararea și aplicarea mortarelor cu adaos de „Apastop P" (C. 111—70)
3. Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea la betoane a agregatelor de zgură expandată (C. 53—70)
4. Normativ de reparații pentru utilaje de construcții (Grupa 42 U. 9—69)
5. Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea plăcilor termoizolatoare de beton celular autoclavizat (C. 73—69)
6. Îndrumar privind primirea, recepția, manipularea, transportul și depozitarea materialelor de construcție în depozitele organizațiilor de construcții-montaj.

1971 JUN 10

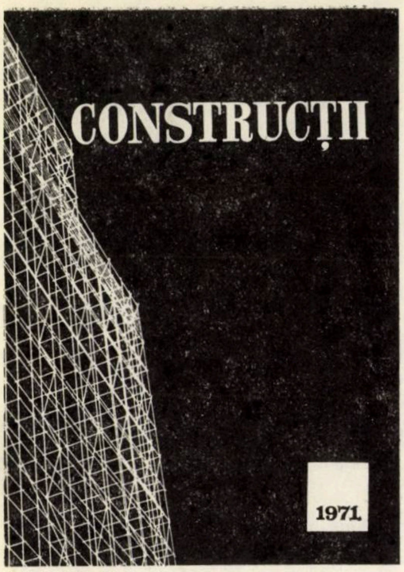
E 1688

CONSTRUCȚII



4
1971

[illegible]



Nr. 4/1971

ANUL XXIII

CUPRINS

Ing. IOSIF COMISIONER

Proiectarea construcțiilor din sectorul furnale de la Combinatul siderurgic Galați 1

Conf. dr. ing. ION UNGUREANU, ing. CONSTANTIN PAVEL

Comportarea sub încărcări a modelului halei de expoziție pentru mobilă de la Pipera 9

Ing. IOAN GIURGIU, ing. LUCIA GIURGIU

O metodă privind distribuția încărcărilor orizontale pentru diafragme verticale dispuse asimetric 23

Ing. MARIUS DUMITRESCU

Considerații privind instalațiile de paratrăsnet pentru construcțiile civile și industriale 30

Prof. ALEXANDRU CEBUC

Din trecutul de luptă al muncitorilor constructori . . . 34

Ing. APOSTOL CHIRIȚĂ

Douăzeci de ani de activitate în cercetarea științifică în construcții 37

Ing. ACHILE PETRESCU, ing. LIVIU DUMITRESCU

Alimentarea centralizată cu căldură 43

Conf. dr. ing. CONSTANTIN DALBAN

Adunarea generală anuală a Institutului Internațional de Sudură 48

RECENZII

DOCUMENTAR

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția și administrația: Str. Episcopiei nr. 9, Sector 1
Căsuța poștală 2980
Telefon: 16.49.14
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic IPIMC ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general DGCM—CPMB ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist ICPA ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al CSEAL ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție INCERC ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef IMNR ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, ISART ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific INCERC ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în MIMC ; ing. RADU NEGRU, consilier CNCS ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al CNIT ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în MIMC ; ing. P. VERNESCU, director al IPC.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

SUMMARY

I. COMISIONER : Designing of the furnaces section at the Galatz Steel Works

The author presents briefly some of the important problems arisen during the designing of the furnaces section at the great steel works of Galatz, whose constructions include the main trestle of the conveyor belts for raw materials and ore homogenizing storage, the furnace itself, its room and the casting bay, the measuring and control apparatus house a.s.o.

Among the problems mentioned are : furnace foundations, shielding of the outfit in the furnaces section, building progress of the furnace supporting structure a.s.o.

I. UNGUREANU, C. PAVEL : Behaviour under loads of the model, of the furniture exhibition hall at Pipera

The article presents the tests carried out on the model of a roof constitued by seven jointed reinforced concrete hyperbolic paraboloids. The reinforced mortar model executed at the 1/10 scale, was tested under vertical loads, ~ettling of supports, horizontal forces and influence of the temperature. The cracking and fracture loads, vertical and horizontal displacements, flexural moments and longitudinal forces for all loading cases were determined.

I. GIURGIU, L. GIURGIU : A method concerning horizontal load distribution in vertical diaphragms asymmetrically disposed

The article is a theoretical and applicative study on vertical diaphragm contribution at horizontal load taking over.

The method described can be used to design constructions in seismic areas, since it permits to avoid the detrimental effect of overloading by torsion on the vertical diaphragms asymmetrically disposed in the building plane.

M. DUMITRESCU : Installations of lightning arresters for civil and industrial buildings

The author points out some important aspects regarding the lightning arrester installations, the particular parameters of the lightning and the tensions arising when a thunderbolt strikes.

SOMMAIRE

I. COMISIONER : L'établissement du projet des constructions dans le secteur des hauts fourneaux du Combinat sidérurgique de Galatz

L'établissement du projet pour la construction des hauts fourneaux appartenant au grand Combinat sidérurgique de Galatz a soulevé quelques problèmes importants dont l'auteur fait un succint exposé. Il s'agit des constructions telles que l'estacade magistrale des bandes transporteuses pour les matières premières, le dépôt des minerais et le dépôt d'homogéneisation, le haut-fourneau proprement-dit, la chambre de ce dernier et la halle de coulée, la chambre des appareils de mesure et contrôle etc.

Parmi les problèmes mentionnés il y a : les fondations de hauts fourneaux, le blindage des agrégats du secteur des hauts fourneaux, l'évolution de la construction de soutènement du haut fourneau etc.

I. UNGUREANU, C. PAVEL : Le comportement sous charges du modèle du pavillon d'exposition de meubles à Pipera

L'article présente les essais effectués sur le modèle d'une toiture constituée de sept paraboloïdes hyperboliques jointifs en béton armé.

Le modèle exécuté à l'echelle 1/10 en mortier armé, a été essayé aux charges verticales, tassements des appuis, forces horizontales et à l'influence de la température. On a déterminé : la charge de fissuration et de rupture, les déplacements verticaux et horizontaux, les moments fléchissants et les forces longitudinales pour tous les cas de charges.

I. GIURGIU, L. GIURGIU : Une méthode concernant la distribution des charges horizontales pour les diaphragmes verticaux asymétriquement disposés

L'article est une etude théorique et applicable, sur la contribution des diaphragmes verticaux quand il faut prendre en considération les sollicitations horizontales.

La méthode envisagée s'employe au calcul des structures à bâtir en zones seismiques, car elle évite l'effet défavorable de surcharge par torsion des diaphragmes verticaux d'une distribution asymétrique dans le plan du bâtiment.

M. DUMITRESCU : L'installation des paratonnerres pour les bâtiments civils et industriels

L'article met en évidence quelques-uns des problèmes importants soulevés par l'installation des paratonnerres, les paramètres caractèristiques de la foudre et des tensions qui surgissent quand celle-ci frappe.

INHALT

I. COMISIONER : Projektierung der Bauobjekte für die Hochofenabteilung der Galatzer Hüttenwerke

Der Artikel ist eine kurzgefasste Erörterung der bedeutenderen Probleme die aufgetreten sind während der Projektierung der einzelnen Bauobjekte für die Hochofenabteilung der grossen Galatzer Hüttenwerke: Hauptestakade der Transportbänder für Rohstoffbeschickung, Rohstoff- und Homogenisierungslager, eigentlicher Hochofen, Hochofenkammer und Giesshalle, Mess- und Kontrollgerätekammer u.a.m.

Folgende Probleme sollten erwähnt werden: Hochofengründungen, Innenauskleidung der Maschinensätze für die Hochofenabteilung, Entwicklung der Tragkonstruktion des Hochofens u.a.m.

I. UNGUREANU, C. PAVEL : Belastung der Modells für die Möbelausstellung Pipera

Der Artikel befasst sich mit den Prüfungen die durchgeführt wurden bei einem Dachmodell aus sieben aneinenderliegenden Hyperschalen zusammengestellt. Das Modell, im Maßstabe 1 : 10 aus armiertem Mörtel gegossen, wurde beri senkrechter Belastung, Setzung der Stützen, waagerechter Belastung der Temperaturschwankungen geprüft. Es wurden die Riss- und Bruchlasten bestimmt, die waagerechten und senkrechten Verschiebungen, die Biegemomente und Achsialkräfte für alle möglichen Belastungsfälle.

I. GIURGIU, L. GIURGIU : Ein Verfahren zur Bestimmung der Verteilung horizontaler Lasten auf vertikalen asymmetrisch verlegten Trennwänden

Der Artikel ist zugleich eine theoretische und praktische Untersuchung über den Beitrag vertikaler Trennwände bei der Übernahme von horizontalen Lasten.

Das vorgeführte Verfahren kann angewandt werden bei der Berechnung von Konstruktionen in Erdbebenzonen, und dadurch wird vermieden der Nachteil der Überlastung durch Torsion bei vertikalen, asymmetrisch verlegten Trennwänden.

M. DUMITRESCU : Einige Betrachtungen über die Blitzschutzanlagen im Hoch- und Industriebau

Der Autor setz sich als Ziel einige bedeutendere Aspekte der Gestaltung von Blitzschutzanlagen hervorzuheben und die charakteristichen Werte der Blitz- und Spannungsparameter die beim Blitzschlag eintreten besonders zu unterstreichen.

СОДЕРЖАНИЕ

И. КОМИСИОНЕР: Проектирование сооружений в секторе домн металлургического Комбината города Галац

В статье, вкратце, автор представляет несколько из важнейших проблем, выдвинутых при проектировании сооружений сектора домн крупного металлургического Комбината в городе Галац. Среди указанных сооружений наименуются магистральная эстакада ленточных транспортеров сырья, склад сырья и склад для гомогенизации, домна, камера домны и литейный цех, камера контрольно-измерительных приборов и т.п.

Среди упомянутых проблем отмечены: фундаменты домн, блиндажи агрегатов в секторе домн, эволюция возведения подпорного сооружения домны и т.п.

И. УНГУРЯНУ, К. ПАВЕЛ: Поведение модели выстовочного здания для мебели в Пипере под нагрузками

В статье описаны испытания, которым подвергалась крыша, состоящая из семи гиперболических железобетонных параболоидов, установленных один около другого. Модель в масштабе 1/10, изготовленная из армированного раствора испытывалась на воздействие вертикальных сил, на осадку опор, на горизонтальные силы и на влияние температуры. Определялись нагрузки при трещинообразовании и при разрушении, вертикальные и горизонтальные перемещения, изгибающие моменты и продольные силы при всех случаях нагрузки.

И. ДЖУРДЖИУ, Л. ДЖУРДЖИУ: Метод распределения горизонтальных нагрузок на ассиметрично расположенные вертикальные диафрагмы

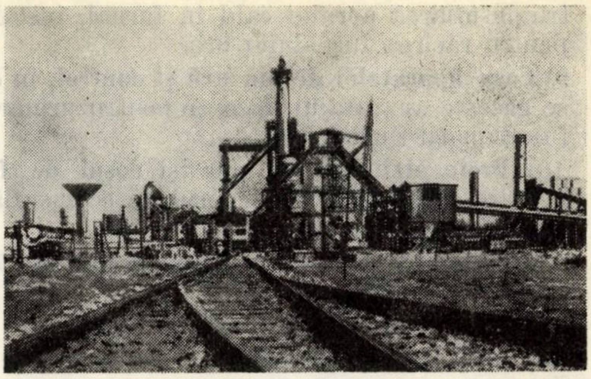
Статья является теоретическим и применительным изучением, касающимся роли вертикальных диафрагм при перенятии горизонтальных нагрузок.

Представленный метод применим при расчёте зданий в сейсмических районых, так как он предотвращает невыгодный эффект перегрузки, под влиянием кручения, вертикальных диафрагм при ассиметричном распределении нагрузок в плане здания.

М. ДУМИТРЕСКУ: Соображения относительно громоотводов для жилых и промышленных зданий.

Автор указывает на некоторые важные аспекты связаные с громоотводными проводками, характерными параметрами громовых ударов и напряжениями возникающими при громовых ударах.

Proiectarea construcţiilor din sectorul furnale de la Combinatul siderurgic Galaţi



Ing IOSIF COMISIONER
IPROMET

A. GENERALITĂŢI

Baza dezvoltării industriei metalurgice o constituie secţiile de furnale care trebuie să asigure o producţie neîntreruptă de fontă lichidă. Producerea fontei are loc în furnal, care este un agregat termic cu o construcţie destul de complicată, fiind legat în schema tehnologică de un complex de obiecte care îl deservesc. Cele două furnale construite la Galaţi au, fiecare, un volum de 1700 m³, cel mai mare furnal construit în lume pînă acum fiind de 2700 m³, în URSS. În procesul de producţie este necesară manevrarea unor cantităţi foarte mari de materii prime. Astfel, un furnal modern de 1 700 m³ consumă, în timp de 24 ore, aproximativ următoarele cantităţi de materii prime : 2 000 tone de cocs, 5 000 tone de minereu şi fondant, 6 milioane m³ de aer, 45 000 m³ de apă pentru răcire, şi produce circa 3 000 tone de fontă, 2 100 tone de zgură, 7,5 mil. m³ de gaze transformate la presiunea de 1 atmosferă şi la temperatura de 0°.

Obiectele principale care alcătuiesc sectorul de furnale de la Combinatul siderurgic Galaţi, în ordinea fluxului tehnologic, sînt următoarele :

1) **Estacada magistrală a benzilor** care transportă materiile prime de la staţia uzinală est pînă la depozitul de materii prime şi, în continuare, pînă la staţia de derivaţie a benzilor spre furnale. Pe parcursul magistralei de benzi există o staţie de primire-distribuţie şi 11 staţii de transbordare, în care benzile se ramifică spre depozit, spre staţiile de preparare (sortare, concasare) şi spre depozitul de omogenizare, revenind apoi pe alte circuite pe fluxul magistralei, spre furnale.

2) **Depozitul de materii prime şi depozitul de omogenizare**, în care se creează rezerva necesară de materii prime pentru a se asigura o funcţionare neîntreruptă a furnalelor, şi unde se omogenizează cu maşini speciale minereul.

3) **Estacada buncărelor**, în care se depozitează şi se ciuruiesc materialele în apropierea furnalului.

4) **Circuitul de evacuare** a cocsului şi aglomeratului mărunt, rezultat în urma ciruruirilor de la estacada buncărelor, care se întoarce la aglomerare.

5) **Podul înclinat** pe care, cu ajutorul schipurilor, sînt ridicate materialele la gura furnalului.

6) **Hala troliilor**, care adăposteşte troliile de acţionare a schipurilor şi clopotelor pentru închiderea şi deschiderea gurii furnalului.

7) **Furnalul propriu-zis**, în care are loc procesul chimic de elaborare a fontei.

8) **Casa furnalului** şi **hala de turnare** adăpostesc utilajele care deservesc operaţiile de evacuare a fontei din furnal, jgheaburile prin care se scurge fonta şi zgura în oale, instalaţiile pen-

tru insuflarea aerului cald în furnal, instalații pentru răcirea furnalului etc.

9) **Casa aparatelor de măsură și control**, în care se găsește aparatajul necesar pentru urmărirea funcționării furnalelor.

10) **Preîncălzitoare de aer și coșul de fum**, în care se preîncălzește aerul ce se insuflă în furnal prin gurile de vînt.

11) **Instalația de epurare brută și epurare fină** a gazelor de furnal.

12) **Mașina de turnat fontă pe bandă.**

13) **Hala de reparat oale.**

14) **Centrala suflantelor.**

15) **Gospodăria de apă**, care cuprinde: stații de pompe, turnuri de răcire, castel de apă, decantoare, canalizări etc.

La acestea se mai adaugă **gospodăria energetică, de reparații și transport și pavilioanele administrative.**

Construcțiile de bază ale sectorului de furnale sînt, în același timp, obiecte de construcții și agregate tehnologice; de aceea proiectantul construcțiilor trebuie să cunoască procesul tehnologic, destinația și felul cum lucrează utilajul furnalului, și să țină seamă de influența reciprocă a elementelor tehnologice și de construcții.

La proiectarea construcțiilor trebuie avută în vedere necesitatea funcționării neîntrerupte a tuturor agregatelor complexului, deoarece, după cum s-a arătat mai sus, pentru fiecare 24 ore de întrerupere a furnalului se pierd circa 3 000 tone de fontă.

Se urmărește, de asemenea, reducerea la minimum a reparațiilor furnalului, deoarece în perioadele de reparații, pe lîngă pierderea directă de fontă, se întrerupe alimentarea cu gaz de furnal, care constituie combustibil pentru alte întreprinderi anexe.

B. CONDIȚII SPECIALE DE EXPLOATARE A CONSTRUCȚIILOR

La proiectarea construcțiilor din sectorul furnale trebuie să se țină seama de:

1. Coroziunea puternică, atît în interiorul agregatelor și al conductelor, cît și în exterior. Coroziunea cea mai intensă se produce în locurile de acumulare a prafului de furnal, în locurile în care zgura furnalului poate stropi, și sub acțiunea gazului de furnal.

2. Acțiunea abrazivă a particulelor de praf antrenate de curenți de gaz și de aer.

3. Posibilitatea apariției unor zone periculoase, atît pentru construcții, cît și pentru personalul care le deservește prin mărirea concentrației substanțelor nocive în atmosferă, străpungerea fontei prin blindajul furnalului, explozii în recipienți și conducte, avarii la utilaje etc.

4. Posibilitatea creșterii bruște a încărcărilor statice la deranjarea unui regim normal de lucru (nu se evacuează praful din sacii de praf, condensul din conductele de gaz etc.).

5. Acțiunea unor temperaturi ridicate, care duc la deformații mari și neuniforme pentru construcții.

6. Variația forțelor și a acțiunii temperaturii asupra blindajului furnalului în cursul campaniei de lucru a furnalului.

C. PRINCIPIILE GENERALE DE PROIECTARE

Ținînd seama de condițiile de mai sus, pentru construcțiile de bază ale sectorului furnale se utilizează, în mare măsură, construcții metalice. Aceste construcții oferă următoarele avantaje:

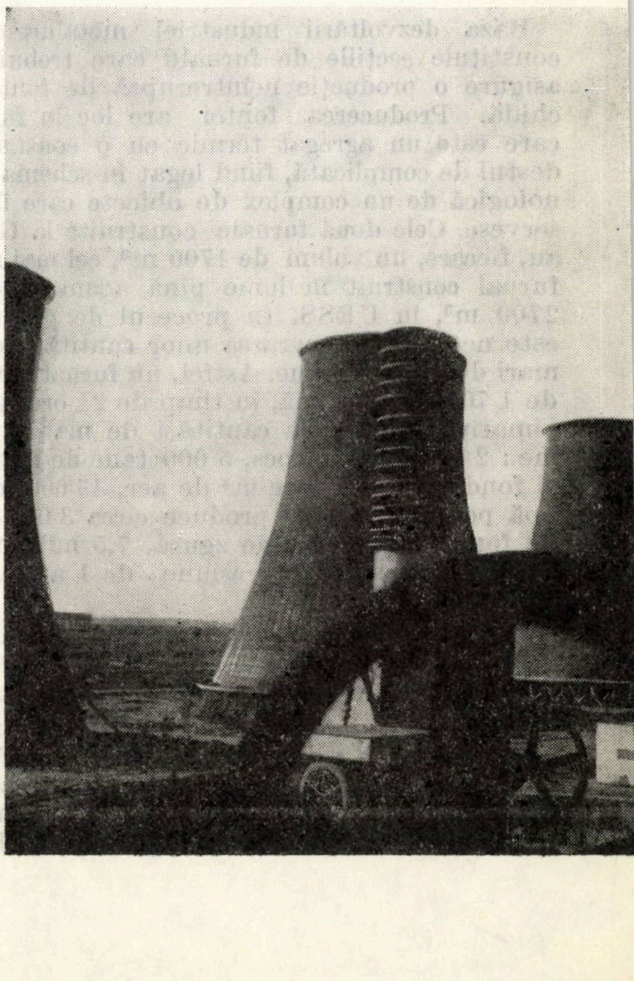
— asigură rezistența și etanșeitatea;

— garantează posibilitatea unei exploatări îndelungate în condiții foarte grele;

— asigură în caz de necesitate, condiții pentru reparații și reconstrucții mai ușoare.

La proiectarea construcțiilor s-a urmărit economia maximă de oțel, industrializarea execuției și montaj rapid. Acest lucru s-a realizat prin:

— alegerea unei scheme raționale a construcțiilor;



— stabilirea condiţiilor reale de solicitare şi precizarea metodelor de calcul;

— rezolvarea raţională a diferitelor elemente şi noduri;

— utilizarea oţelului slab aliat în cazurile în care acest lucru se justifică din punct de vedere economic sau măreşte durabilitatea construcţiei;

— concentrarea lucrărilor în cea mai mare măsură la uzină, rămînînd cît mai puţin de lucru pe şantier;

— folosirea preasamblării în elemente mari înainte de ridicare;

— introducerea montajelor complexe, adică executarea în paralel a construcţiilor tehnologice şi de utilaj.

În general, construcţiile au o mare varietate de forme. Soluţiile folosite pentru secţiile de furnale pot fi adoptate şi în alte domenii, în special la proiectarea rezervoarelor şi conductelor din industria chimică, la construcţiile solicitate de acţiunea unor căptuşeli interioare care se dilată, la construcţii din tablă care lucrează la presiuni mari în condiţiile unor temperaturi înalte şi care susţin sarcini concentrate.

La alegerea soluţiilor pentru construcţiile de la Combinatul siderurgic de la Galaţi, o importanţă deosebită a prezentat natura terenului şi seismicitatea.

Grosimea stratului de loess, de circa 24,00 m, în zona furnalelor a impus ca soluţii de fundare folosirea piloţilor cu bulb. Deoarece lungimea piloţilor era limitată de utilajul disponibil, la 15,00 m, fundaţiile au fost coborîte la adîncimi mari (circa 9,00 m). Stratul de rezemare a piloţilor avînd, de asemenea, caracteristici care nu eliminau posibilitatea tasărilor, construcţiile s-au calculat la tasări diferenţiale anteevaluate.

Construcţiile au fost, de asemenea, calculate la solicitările provocate de cutremure de gradul 8.

D. SOLUŢII DE PLAN GENERAL

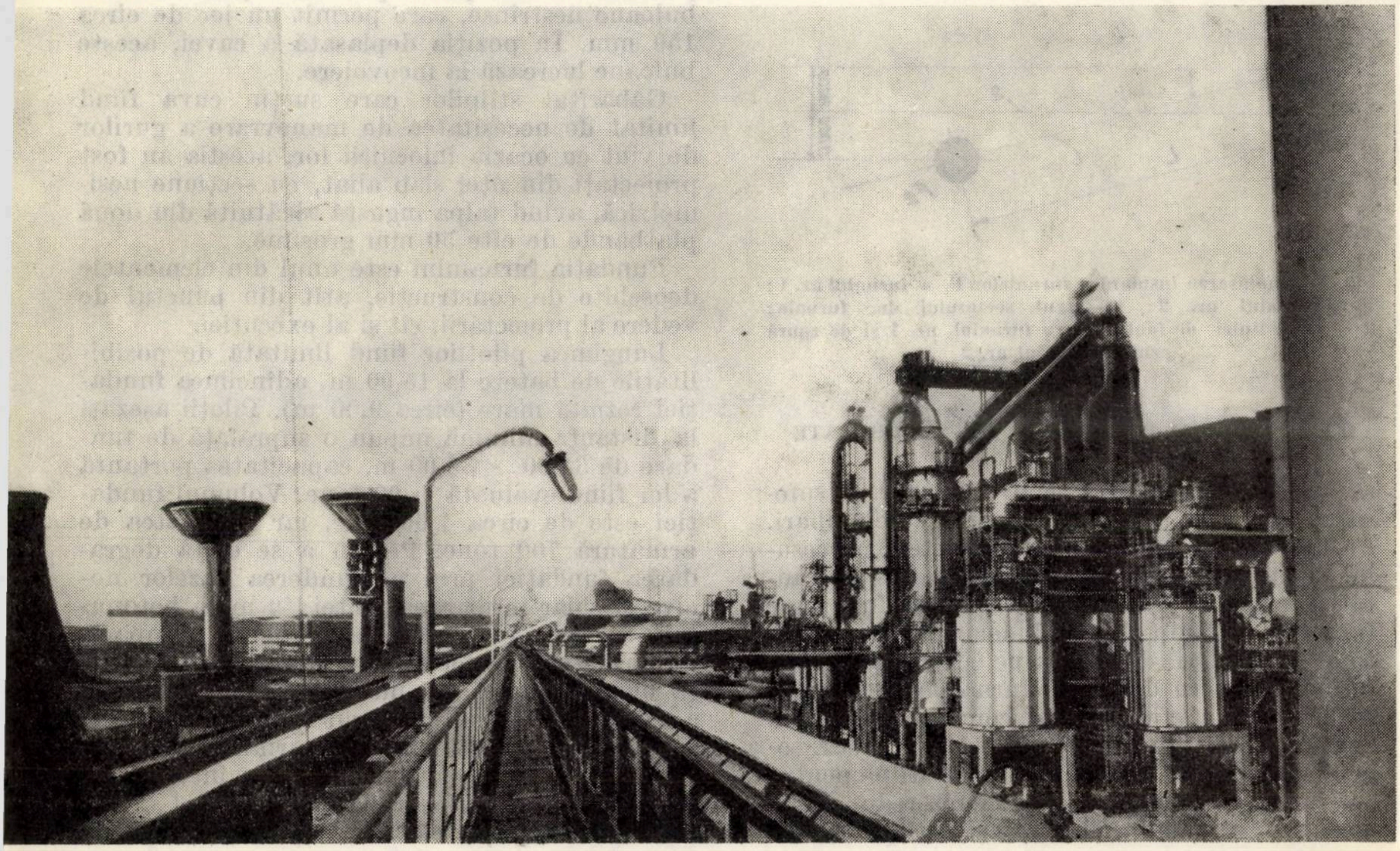
La Combinatul siderurgic de la Galaţi, planul general al sectorului furnale a fost rezolvat pentru 5 furnale.

În sectoarele moderne, numărul de 4 furnale este minim, deoarece în cazul opririi unuia dintre ele pentru reparaţii, balanţa de gaz de furnal pentru întreprinderile anexe se dezechilibrează.

La alegerea soluţiei de plan general s-a ţinut seama de următoarele principii:

a. Suprafaţa sectorului şi lungimea legăturilor (căi de comunicaţii, conducte, canale etc.) trebuie să fie minimă.

Furnalul nr. 2 de 1 700 m³ şi gospodăria de apă



b. Planul sectorului trebuie să asigure posibilitatea dezvoltării ulterioare:

— posibilitatea măririi ulterioare a volumului furnalelor;

— construcţiile noi şi executarea reparaţiilor capitale nu trebuie să împiedice exploatarea normală a agregatelor vecine;

— la alegerea gabaritelor trebuie să se ţină, de asemenea, seama de perspectiva măririi ulterioare a furnalului cu ocazia reconstrucţiilor care vor urma.

Cele mai răspîndite soluţii de plan ale complexelor de furnale sînt două: *insulare* şi *în bloc*.

La soluţia *în bloc* furnalele sînt grupate cîte două, avînd o hală de turnare comună şi un singur coş pentru ambele grupuri de caupere. Această soluţie aduce unele economii de investiţii şi o scurtare a comunicaţiilor.

Economia se poate evalua la circa 2—3%. Amplasarea insulară este însă preferabilă din punctul de vedere al exploatării. Linia ferată pentru fontă a furnalului nr. 1 devine linia ferată pentru zgură pentru furnalul nr. 2, la o distanţă de la axul căii pînă la axul furnalului de 11 000 mm. Notînd cu L distanţa între cele două furnale alăturate şi cu α unghiul de rotire al insulei faţă de axul general al sectorului obţinem că unghiul α se determină din raportul $\sin \alpha = \frac{2 \times 11\,000}{L}$ (fig. 1).

La Galaţi s-a ales soluţia insulară pentru amplasarea furnalelor.

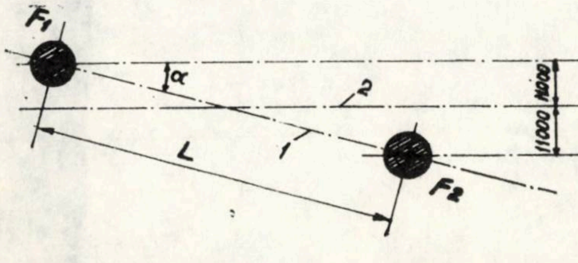


Fig. 1. Amplasarea insulară a furnalelor F_1 — furnalul nr. 1; F_2 — furnalul nr. 2; 1 — axul sectorului de furnale; 2 — axul liniei de fontă pentru furnalul nr. 1 şi de zgură pentru furnalul nr. 2

E. DESCRIEREA OBIECTELOR MAI IMPORTANTE

Construcţia metalică pentru furnale a suferit în decursul timpului numeroase schimbări. Pe măsură ce s-au constatat efectele procesului tehnologic asupra construcţiilor, s-au căutat mereu soluţii care să menţină în funcţiune furnalele un timp cît mai îndelungat. În acelaşi timp s-a urmărit degajarea pe cît posibil a platformei de lucru din jurul furnalelor pentru ca exploatarea să fie cît mai comodă. În scopul degajării platformelor şi pentru un acces comod la gurile de vînt, numărul de stîlpi pentru susţinerea furnalelor a fost mereu redus. S-au construit furnale cu cîte 8, 7 şi 6 stîlpi. Pentru furnalele de la Combinatul siderurgic Galaţi s-au prevăzut 4 stîlpi.

Acest lucru a fost posibil numai prin înlăturarea unor ipoteze catastrofale în care se admite că unul din stîlpi poate fi topit prin străpungerea fontei în cazuri de avarie. Rezemarea platformei de la gîtul furnalului, care susţine instalaţiile de încărcare în furnal, pe 4 stîlpi, fără a rezema pe cupola furnalului reprezintă o problemă relativ dificilă. Grinda principală pentru susţinerea acestei platforme a fost soluţionată în forma unui tor pe patru reazeme. Grinda este puternic solicitată mai ales de momente de torsiune.

Pentru montajul sistemului de închidere a gurii de încărcare în elemente asamblate de circa 75 tone, la partea superioară a furnalului se prevede o grindă-macara. La furnalele anterioare această grindă era în consolă iar ridicarea pieselor se făcea cu cablu înclinat cu o serie de trolii ajutătoare legate de sacul de praf pentru a strecura sarcinile cu gabarit destul de mare pe lîngă clădirile alăturate furnalului.

La furnalele de la Galaţi, pentru a se elimina aceste dificultăţi, grinda de montaj a fost prelungită pînă la sacul de praf, rezemînd pe capul acestuia. În felul acesta se elimină inconvenientele menţionate mai sus.

Din cauza dilatării zidăriei pe verticală, cuva furnalului are tendinţa să fie ridicată de pe stîlpi. Pentru a se preveni deformarea inelului care leagă capetele superioare ale stîlpilor, sau unele rupturi în cuvă la legătura cu stîlpii, prinderea cuvei pe stîlpi a fost prevăzută cu buloane nestrînse, care permit un joc de circa 150 mm. În poziţia deplasată a cuvei, aceste buloane lucrează la încovoiere.

Gabaritul stîlpilor care susţin cuva fiind limitat de necesitatea de manevrare a gurilor de vînt cu ocazia înlocuirii lor, aceştia au fost proiectaţi din oţel slab aliat, cu secţiune nesimetrică, avînd talpa îngustă alcătuită din două platbande de cîte 50 mm grosime.

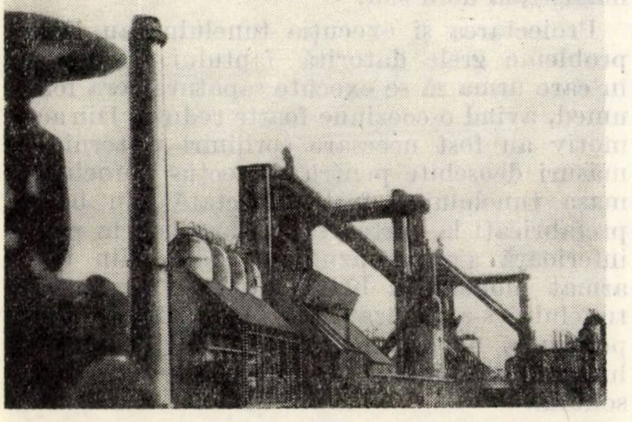
Fundaţia furnalului este unul din elementele deosebite de construcţie, atît din punctul de vedere al proiectării, cît şi al execuţiei.

Lungimea piloţilor fiind limitată de posibilităţile de batere la 15,00 m, adîncimea fundaţiei rezultă mare (circa 9,00 m). Piloţii aşezaţi la distanţa minimă impun o suprafaţă de fundare de 35,00 × 35,00 m, capacitatea portantă a lor fiind evaluată la 90 tone. Volumul fundaţiei este de circa 7 000 m³, iar cantitatea de armătură 700 tone. Pentru a se evita degradarea fundaţiei prin pătrunderea gazelor nocive şi chiar infiltrarea fontei în masa betonului, se cere realizarea unui beton compact, iar armătura astfel dimensionată încît fisurile să nu depăşească 0,5 mm. În scopul realizării acestor condiţii, s-a prevăzut turnarea continuă a betonului. Se ştie că prin turnarea continuă se înţelege că intervalul de timp în care un strat turnat trebuie acoperit de stratul următor să nu depăşească 2 ore. Ţinînd seama de

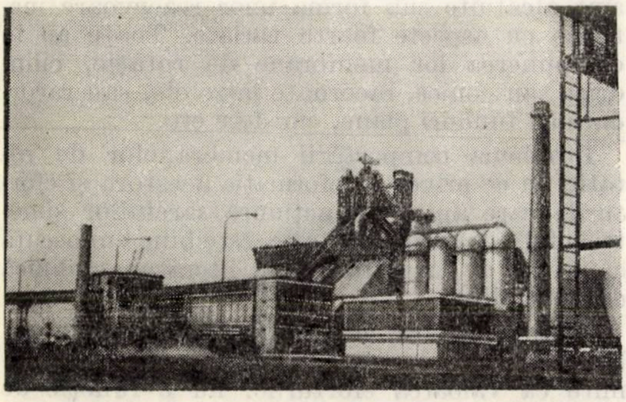
faptul că suprafaţa fundaţiei are circa 1 000 m², iar primul strat trebuie turnat în grosime de 90 cm pentru a acoperi toate plasele de armătură se poate deduce că în interval de două ore trebuiau turnaţi 900 m³ de beton. Capacitatea de producţie a tuturor fabricilor de beton ale şantierului fiind sub aceste posibilităţi, s-a renunţat la turnarea continuă a întregii fundaţii, menţinîndu-se condiţia de continuitate a turnării numai în interiorul unor straturi de circa 1,5 m înălţime. După turnarea fiecărui strat s-au făcut rosturi de turnare, tratate în mod corespunzător după întărirea betonului. Chiar în aceste condiţii, a fost necesară o organizare foarte îngrijită a lucrărilor de betonare.

Hala de turnare şi casa furnalului

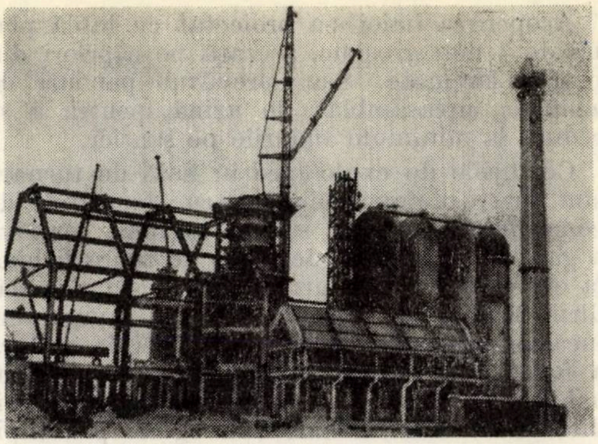
Deşi clădirea halei de turnare şi cea a casei furnalului închid un volum comun fără compartimentări interioare, cele două clădiri sînt tratate ca obiecte distincte din cauza caracteristicilor constructive diferite. Casa furnalului se dezvoltă în jurul furnalului fără e rezema pe el. Se evită, în general, legarea construcţiei de furnal, atît din cauza dilatărilor mari, cît şi din cauza reparaţiilor furnalului care trebuie să se poată face fără a afecta construcţiile alăturate. La furnalele de la Combinatul siderurgic Galaţi, casa furnalului e rezolvată sub forma unor cadre metalice schioape (avînd un stîlp rezemat la cota terenului, iar celălalt rezemat pe platforma de lucru din jurul furnalului).



Furnalele nr. 1 şi nr. 2, de cîte 1 700 m³



Furnalul nr. 1 de 1 700 m³. Vedere dinspre magistrală



Furnalul nr. 1 de 1 700 m³. Hala de turnare în timpul montajului

Acoperişul, pereţii, luminatorul şi paravanele luminatorului sînt în continuarea elementelor halei de turnare, astfel că din exterior cele două hale se prezintă ca o singură clădire, acoperişul casei furnalului fiind străpuns de construcţia furnalului propriu-zis.

Hala de turnare adăposteşte jgheaburile de fontă şi de zgură, care pornesc de la gurile de fontă şi de zgură ale furnalului la nivelul platformei de lucru, situată la cota de cca +10,00 m. Jgheaburile sînt rezemate, în hala de turnare, pe o platformă de beton armat în continuarea platformei de lucru din jurul furnalului, denumită patul de turnare. Hala acoperă, de asemenea, liniile de cale ferată de fontă şi de zgură pe care circulă oalele în care deversează jgheaburile. Distanţele impuse între liniile ferate au creat necesitatea unei hale cu o deschidere de 40,00 m şi trei travee de cîte 12,00 m. Hala este deservită de un pod rulant de 20,0 tf cu care se întreţin şi se curăţă jgheaburile.

Cota căilor de rulare fiind + 18,00 m a rezultat o hală foarte înaltă, mai ales din cauza pantelor mari, la 45°, ale acoperişului, prevăzute astfel pentru a se asigura scurgerea prafului de furnal.

Înălţimea mare a halei este favorabilă pentru ventilaţie, ţinînd seama de cantităţile foarte mari de calorii ce se degajează din jgheaburi şi din oale. Pentru ventilaţie s-a prevăzut un luminator care are pereţii protejaţi cu paravane pentru a i se asigura o funcţionare corespunzătoare.

Stîlpii cadrelor sînt amplasaţi între două linii ferate cu poziţii impuse, astfel că înălţimea secţiunii a fost limitată. Din aceste motive tălpile secţiunii au rezultat foarte groase (cîte două platbande de 30 mm, sudate).

Acoperirea halei s-a proiectat cu tablă plană de 4 mm grosime, așezată pe căpriori din profile laminate. S-au prevăzut panouri de acoperiș, preasamblate în uzină, pentru a se reduce la minimum sudurile pe șantier.

Condițiile de exploatare în hala de turnare sînt foarte defavorabile pentru elementele de construcții. Ele sînt supuse acțiunii corosive a gazelor sulfuroase degajate de zgura lichidă la evacuarea ei din furnal. Stîlpii cadrelor clădirii, la partea lor inferioară, sînt supuși unei încălziri puternice datorite radiației de căldură a fontei și zgurii, la umplerea și transportul oalelor. Nu este exclusă posibilitatea acțiunii directe a fontei lichide sau zgurii pe stîlpi, prin împroșcarea din oale în timpul transportului. La o încălzire puternică sînt supuse, de asemenea, construcțiile platformei de lucru pe părțile orientate spre căile ferate ale oalelor de turnare. Situația acestor zone e înrăutățită și de faptul că sînt amplasate în zona deschisă a pereților, supusă în timpul iernii înghețului și dezghețului. Astfel, schimbările bruște de temperatură, de la îngheț la temperaturi foarte ridicate, însoțite de acțiunea corosivă a gazelor sulfuroase, duc la degradarea rapidă a construcțiilor. Pentru a se prelungi durata lor, s-au prevăzut ecrane de protecție din panouri de tablă căptușite cu masă refractară. De asemenea, stîlpii sînt protejați cu cărămidă refractară.

Podul înclinat al schipurilor a fost proiectat, la celelalte furnale, din grinzi cu zăbrele cu o singură deschidere, rezemate, de o parte, pe platforma de la gît a furnalului și, de cealaltă parte, pe groapa schipurilor de la estacada buncărelor. Grinzile, contravîntuite la partea superioară și inferioară, alcătuiesc o secțiune transversală închisă, care trebuie să asigure gabaritul pentru funcționarea celor două schipuri pentru alimentarea furnalului. Această soluție impunea o înălțime a grinzilor care depășea gabaritul de transport, astfel că aproape întreaga construcție a podului trebuia asamblată pe șantier.

Pentru Sectorul de furnale de la Galați, urmărindu-se reducerea la minimum a lucrărilor pe șantier, grinzile principale au fost proiectate cu inimă plină. Pentru a se reduce înălțimea lor s-a mai introdus un reazem intermediar pe casa troliilor, și pentru a satisface condițiile de gabarit s-a renunțat la contravîntuirea grinzilor la partea superioară.

Rezemarea grinzilor podului pe furnal se face prin intermediul unui pendul care trebuie să permită eventuale tasări diferențiale la reazemele podului.

Estacada buncărelor se face în scopul de a se asigura lîngă furnal o rezervă de materii prime pe o durată scurtă, echivalentă cu durata unor eventuale întreruperi accidentale în sistemul de alimentare. În clădirea estacadei se face, de asemenea, ciuruirea materialelor.

Structura de rezistență este alcătuită din cadre de beton armat monolit cu trei deschideri, respectiv 7,50 + 6,50 + 6,00 m.

Dimensiunile buncărelor și ale ciururilor au impus o travee de 7,50 m. Deși lungimea estacadei nu este prea mare (8 travee de 7,50 m), s-au prevăzut două rosturi de dilatare transversale, eforturile din dilatare datorite temperaturii fiind foarte mari. De asemenea, s-a prevăzut un rost longitudinal care separă buncărele de aglomerat cald, de buncărele de minereu și cocs, care au temperatura mediului ambiant. Buncărele sînt dispuse pe trei șiruri, după cum urmează: șirul marginal spre furnale pentru cocs, șirul central, pentru minereu, iar șirul din marginea opusă furnalului pentru aglomerat cald. Alimentarea estacadei se face cu benzi transportoare la cota +16,00 m, benzile fiind încărcate la stația de derivație. Benzile sînt acoperite de o structură de beton armat cu două deschideri. Pereții buncărelor sînt alcătuiți din plăci prefabricate din beton armat, iar pîlniile din metal.

În capătul estacadei, spre stația de derivație, s-a proiectat un buncăr îngropat, pentru materialul mărunt rezultat din ciuruire la estacadă. Execuția buncărului s-a prevăzut prin coborîrea unui cheson cu dimensiunile de 10 × 20 × 18 m. Materialul din buncăr este condus pe o bandă spre aglomerare. Această bandă este adăpostită într-un tunel, care trece pe sub magistrala nord-sud.

Proiectarea și execuția tunelului au ridicat probleme grele datorită faptului că terenul în care urma să se execute săpătura era foarte umed, avînd o coeziune foarte redusă. Din acest motiv au fost necesare sprijiniri puternice și măsuri deosebite pentru protecția muncii. Cămașa tunelului a fost proiectată din bolțari prefabricați la partea superioară, iar la partea inferioară s-a prevăzut un radier din beton armat monolit în boltă întoarsă. Executarea tunelului s-a realizat în tronsoane de cîte 1,0 m pentru a nu lăsa săpătura nesprijinită pe o lungime mai mare, pe durata execuției tronsonului.

Blindajele agregatelor. Furnalul propriu-zis, cauperele, sacul de praf, ciclonul, scruberele sînt alcătuite sub forma unor rezervoare metalice cu aspecte foarte variate. Toate au în compunerea lor membrane de rotație, cilindrice sau conice, racordate între ele, sau racordate cu funduri plane, emisfere etc.

Problema comportării membranelor de rotație, în ce privește deformația acestora și eforturile care apar sub acțiunea sarcinilor simetrice față de axul de rotație, este bine cunoscută și destul de larg tratată în literatura tehnică de specialitate.

Calculul se face, în general, după teoria membranelor fără momente, în cadrul căreia se admite că valoarea eforturilor nu e funcție de deformație.

Se ştie însă că în zonele de racordare ale membranelor de grosimi diferite, sau care nu au o tangentă comună, au loc concentrări mari de eforturi, provocate de momente încovoietoare şi forţe tăietoare, ale căror mărimi pot atinge valori periculoase. Plasticitatea redusă a îmbinărilor sudate în raport cu metalul de bază contribuie, de asemenea, la creşterea eforturilor în aceste zone.

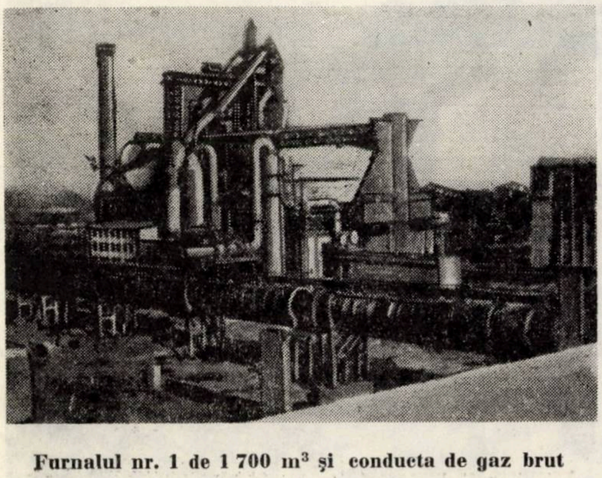
În URSS, la proiectarea primului furnal sudat, ţinînd sema de condiţiile de etanşeitate care se pun pentru agregate, a fost necesară prelucrarea metodelor existente de calcul, care erau foarte complicate pentru aplicarea practică în proiectare, necesitînd rezolvarea unor ecuaţii diferenţiale de ordinul 4. Calculul, după normativele în vigoare, se face în general în stadiul elastic. Cu ocazia încercărilor pe o serie de recipienţi se constată că metoda de calcul în stadiul elastic este acoperitoare, deoarece în urma unor deformaţii plastice se produc redistribuiri de eforturi care măresc capacitatea de rezistenţă de 2—3 ori. Acest lucru reiese şi din calculul eforturilor făcut în stadiul elastico-plastic. Pentru simplificarea acestui calcul s-au întocmit tabele ajutătoare, care reduc timpul de proiectare în limite convenabile.

O dificultate esenţială pentru calculul blindajelor a fost, şi mai rămîne încă, stabilirea solicitărilor.

Acestea, fiind în mare parte datorite dilatărilor zidăriilor de căptuşire, sînt în funcţie de caracteristicile materialelor compresibile cu care sînt umplute rosturile căptuşelii.

De asemenea, solicitările sînt datorite unor fenomene care au loc în timpul procesului de elaborare a fontei, care nu sînt încă suficient cunoscute.

Metodele de calcul folosite au fost verificate experimental prin măsurarea rezistenţelor într-o serie mare de blindaje şi s-au confirmat în mare parte ipotezele considerate. Ipotezele neconfirmate prin măsurători au fost ajustate în urma experimentărilor.



Furnalul nr. 1 de 1 700 m³ şi conducta de gaz brut

Conductele din sectorul de furnale

Conductele din sectorul furnale sînt destinate transportului de gaz de furnal brut şi epurat, precum şi transportului de aer rece şi cald. Aceste conducte, avînd diametre foarte mari, dau naştere la eforturi importante în construcţiile de susţinere. Datorită rigidităţilor mari, conductele sînt puternic solicitate, în cazul deplasărilor, datorite fie temperaturii, fie tasărilor diferenţiale. Unele conducte, cum sînt cele de aer cald şi de gaz brut, sînt căptuşite cu cărămidă refractară din cauza temperaturii ridicate a fluidului pe care îl transportă. În timpul exploatării furnalului trebuie asigurată etanşeitatea conductelor, atît a tablei, cît şi a căptuşelii interioare. Fisurarea căptuşelii ar permite pătrunderea aerului sau a gazelor cu temperaturi foarte ridicate la partea interioară a tablei, producînd deteriorarea ei. Etanşeitatea conductelor care transportă gaz de furnal se impune din cauza toxicităţii puternice a acestuia.

Asigurarea unei funcţionări neîntrerupte a furnalului şi măsurile de protecţie a muncii au impus măsuri constructive deosebite, atît pentru conducte, cît şi pentru agregatele pe care le leagă.

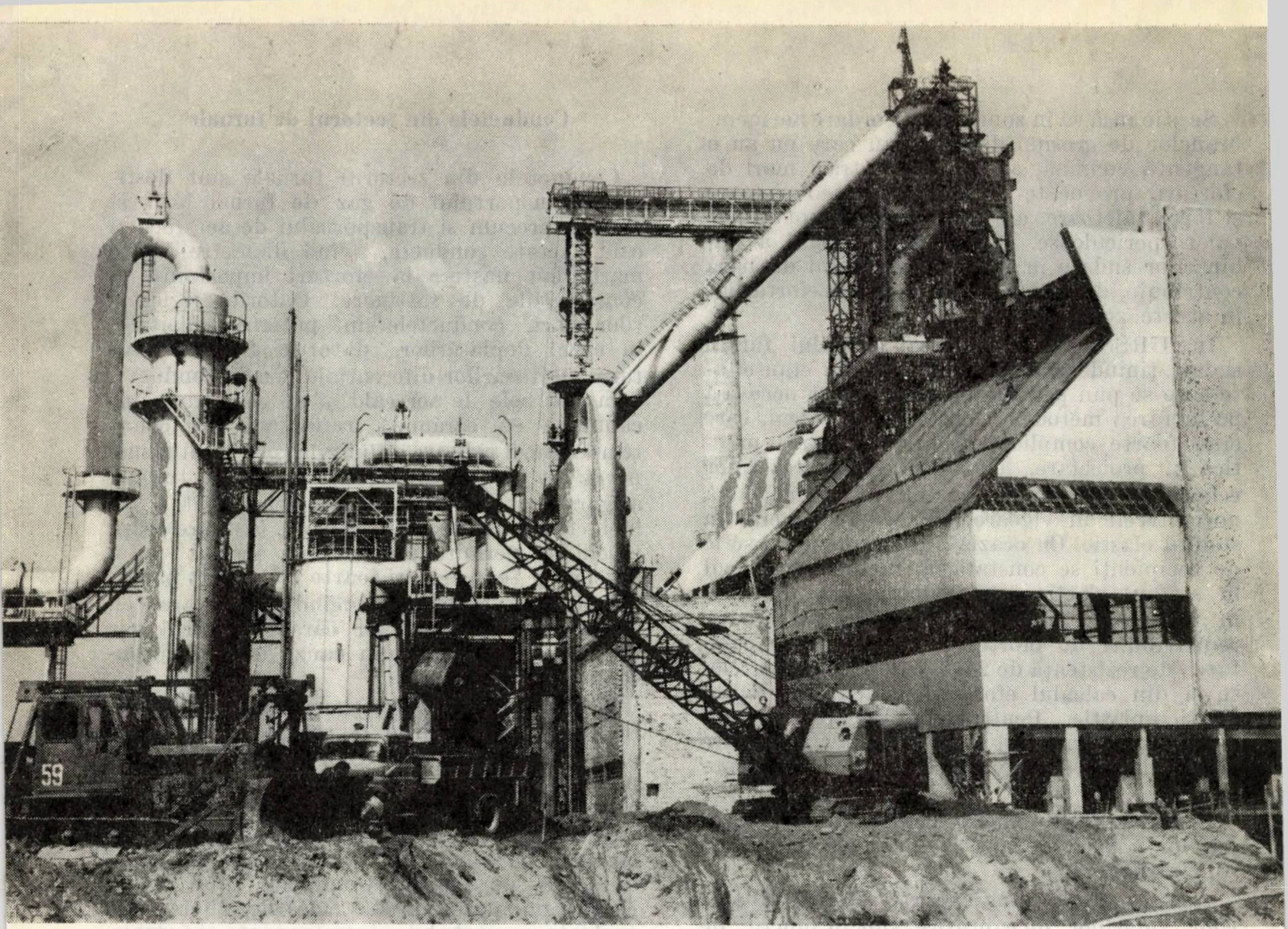
Multe discuţii s-au purtat la proiectare în legătura cu conducta de aer cald care leagă cauperele de furnale. Conducta, fiind foarte rigidă, nu putea prelua tasările diferenţiale evaluate ca probabile, între caupere şi furnale. Iniţial, s-a propus o rezolvare prin lungirea conductei, pentru a i se reduce rigiditatea. Acest lucru ducea însă la depărtarea cauperelor de furnale, ceea ce ar fi antrenat un spor important de cheltuieli. În final s-a adoptat soluţia unor reazeme reglabile pentru conducta de aer cald.

Sistemul de rezemare permite reglarea nivelurilor conductei în funcţie de valoarea tasărilor diferenţiale măsurate între furnale şi caupere.

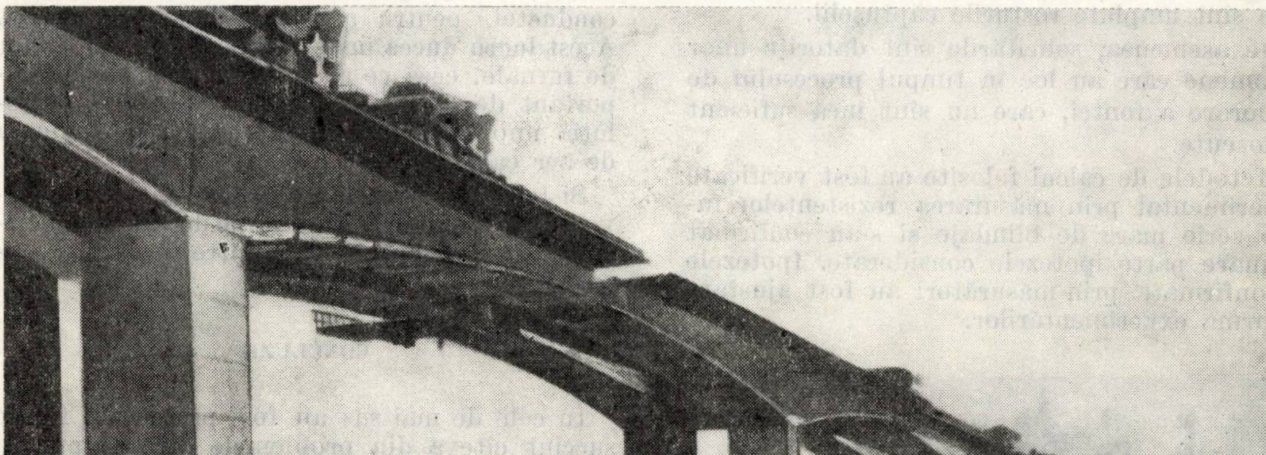
CONCLUZII

În cele de mai sus au fost prezentate foarte succint cîteva din problemele care se pun la proiectarea construcţiilor într-un sector de furnale. Fiecare din problemele amintite ar putea constitui obiectul unui studiu. Astfel, ar fi de relevat ca probleme deosebite: fundaţiile de furnale, blindajele agregatelor din sectorul furnale, evoluţia construcţiei de susţinere a furnalului, conductele în sectorul de furnale, estacadele de buncăre etc.

În general, soluţionarea problemelor enumerate e în continuă evoluţie, ea fiind funcţie de posibilităţile mereu crescînde de cunoaştere a fenomenelor care se produc la conlucrarea agregatelor cu construcţiile care le deservesc.



Primul din cele două furnale de 1 700 m³ construite în cursul cincinalului trecut.



Viaductul Cătuşa care leagă oraşul Galaţi de Combinatul siderurgic Galaţi (Lungimea totală 1069 m; lăţimea totală 18 m; înălţimea maximă 44 m)

COMPORTAREA SUB ÎNCĂRCĂRI A MODELULUI HALEI DE EXPOZIŢIE PENTRU MOBILĂ DE LA PIPERA*

Conf. dr. ing. ION UNGUREANU Şef lucr. ing. CONST. PAVEL
Institutul de construcţii Bucureşti

1. INTRODUCERE

La Combinatul pentru industrializarea lemnului de la Pipera, Bucureşti, s-a construit o hală de expoziţie pentru mobilă (fig. 1). Hala are o suprafaţă de 1 900 m², structura din beton armat monolit, iar acoperişul alcătuit din şapte paraboloizi hiperbolici.

Pentru verificarea experimentală a ipotezelor de calcul adoptate, Institutul de studii şi proiectări forestiere, proiectantul lucrării, a solicitat Institutului de cercetări în construcţii şi economia construcţiilor o încercare pe model, care a fost efectuată în cadrul unei colaborări tehnico-ştiinţifice.**

Particularitatea esenţială a acestui model constă în faptul că reproduce, nu un anumit element sau o parte a construcţiei, ci structura în ansamblul ei, cu acoperiş, stîlpi, fundaţii, tiranţi etc., creîndu-se astfel fiecărui element o ambianţă statică asemănătoare cu cea din construcţia reală.

În majoritatea încercărilor, şi în special la construcţiile ce utilizează plăci curbe subţiri, în mod obişnuit, se detaşează din structură partea ce interesează îndeosebi cercetarea respectivă, schematizîndu-se în diferite moduri legăturile ei cu ansamblul din care s-a extras.

Situaţia e cu atît mai frecventă la încercările pe elemente în mărime naturală, cînd izolarea, în vederea experimentărilor, devine practic inevitabilă.

În aceste cazuri, rezultatele sînt afectate de erori adeseori necontrolabile, care pot merge pînă la modificări calitative ale fenomenelor.

O altă trăsătură, proprie modelului încercat, rezultă din existenţa, în alcătuirea sa, a unui număr relativ mare de elemente asemenea, cum ar fi plăcile în formă de paraboloid hiperbolic, grinzile de contur etc., care au prilejuit analize comparative ale rezultatelor.

În sfîrşit, execuţia cu deosebită scrupulozitate a tuturor detaliilor constructive a permis eliminarea, într-o măsură pronunţată, a factorilor ce ar fi putut altera rezultatele încercării.

2. DESCRIEREA CONSTRUCŢIEI ŞI A MODELULUI

În plan, construcţia are forma a două pătrate întrepătrunse pe direcţia diagonală pe un sfert din suprafaţă. Fiecare sfert de pătrat este acoperit cu un paraboloid hiperbolic cu latura de 16,26 m. Rezultă că, în total, acoperişul este format din şapte paraboloizi hiperbolici joantivi.

Diferenţa de nivel între colţurile de reazem şi cele de vîrf ale paraboloidului este de 5,88 m. Grosimea plăcii în cîmp este de 7 cm, iar pe contur, pe o lăţime de 1,00 m, creşte de la 7 la 12 cm. Paraboloizii hiperbolici sînt mărginiţi de nervuri de rigidizare cu lăţimea constantă şi înălţimea variabilă.

Acoperişul halei reazemă pe 6 stîlpi dispuşi în colţurile a două pătrate joantive cu latura de 23,00 m. Fundaţiile sînt alcătuite din blocuri de beton simplu, în trepte şi cuzineţi de beton armat. Cei 6 stîlpi sînt legaţi între ei, pe diagonală, cu tiranţi subterani de beton precomprimat, la nivelul cuzineţilor. Din condiţiile de echilibru pe ansamblu a apărut necesitatea introducerii, între stîlpii centrali, în planul tiranţilor, a unei bare de beton armat supusă la eforturi de compresiune. Pereţii de închidere, integral vitraţi, cu scheletul din elemente metalice simple, nu participă la rigidizarea acoperişului.

Pentru model s-a ales scara $1/\lambda = 1/10$, ceea ce a dus la următoarele valori pentru principalele lui dimensiuni (fig. 2): latura pătratului ce delimitează un paraboloid hiperbolic este de 162,63 cm; diferenţa de nivel, măsurată în axul plăcii între colţurile de reazem şi cele ale fiecărei plăci, este de 58,8 cm; grosimea curentă a plăcii este de 7 mm, iar pe contur creşte, pe o lăţime de 10 cm, de la 7 la 12 mm.

Stîlpii s-au modelat păstrînd forma identică cu cei din proiect, reduşi la scara dată. Fundaţiile s-au executat din plăci metalice OL 38, groase de 37 mm şi deci practic nedeformabile. Tiranţii, din oţel-beton Ø 22 mm, s-au modelat pe criterii de rigiditate la alungire, iar bara comprimată dintre stîlpii centrali s-a executat din profil U 14.

3. EXECUŢIA MODELULUI

Pentru cofrarea plăcilor s-a folosit placaj de 8 mm grosime, montat pe un schelet de rigi-

* Execuţia modelului şi încercările au fost executate în cadrul Institutului de cercetări pentru construcţii şi economia construcţiilor (INCERC) din Bucureşti. Unele aspecte ale lucrării au fost prezentate la Colocviul internaţional I.A.S.S. „Progresul plăcilor subţiri în ultimii 10 ani şi dezvoltarea lor viitoare", Madrid, 30 sept. — 3 oct. 1969.

** Autorii proiectului: inginer D. Stoicovici şi arhitect N. Vasilescu.

În legătură cu lucrarea proiectată, ing. D. Stoicovici a publicat în Revista costrucţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 6/1967 articolul „Folosirea suprafeţelor subţiri cu dublă curbură la proiectarea unei expoziţii pentru produse din lemn".

Fig. 1. — Vedere generală a pavilionului expoziției.

dizare. Pentru nervurile marginale ale plăcilor, cît și pentru stîlpi și scheletul general de rigidizare s-a întrebuințat lemnul de brad.

Cofrajul, alcătuit din 7 tronsoane independente (fig. 3), s-a asamblat cu buloane pe locul de turnare a betonului, adică pe platforma instalației de încercat modele de la INCERC.

La armarea modelului s-a folosit același sistem ca la construcția reală, păstrîndu-se neschimbat procentul de armare la model față de prototip. Acest principiu s-a putut respecta cu strictețe numai la stîlpi și grinzi. Plăcile s-au armat cu o țesătură din sîrmă moale galvanizată, cu ochiurile de 1 cm și diametrul sîrmei de 1 mm (fig. 2 *A* și fig. 4), ceea ce a dus la un procent de armare mai ridicat decît la construcția reală.

Pentru stîlpi și grinzi s-au realizat carcase din bare de oțel-beton OL 38 cu diametre, conform proiectului de model, de 2—3—4 și 5 mm (fig. 4).

Deoarece grinzile și stîlpii au avut secțiuni variabile și forme speciale, confecționarea carca-

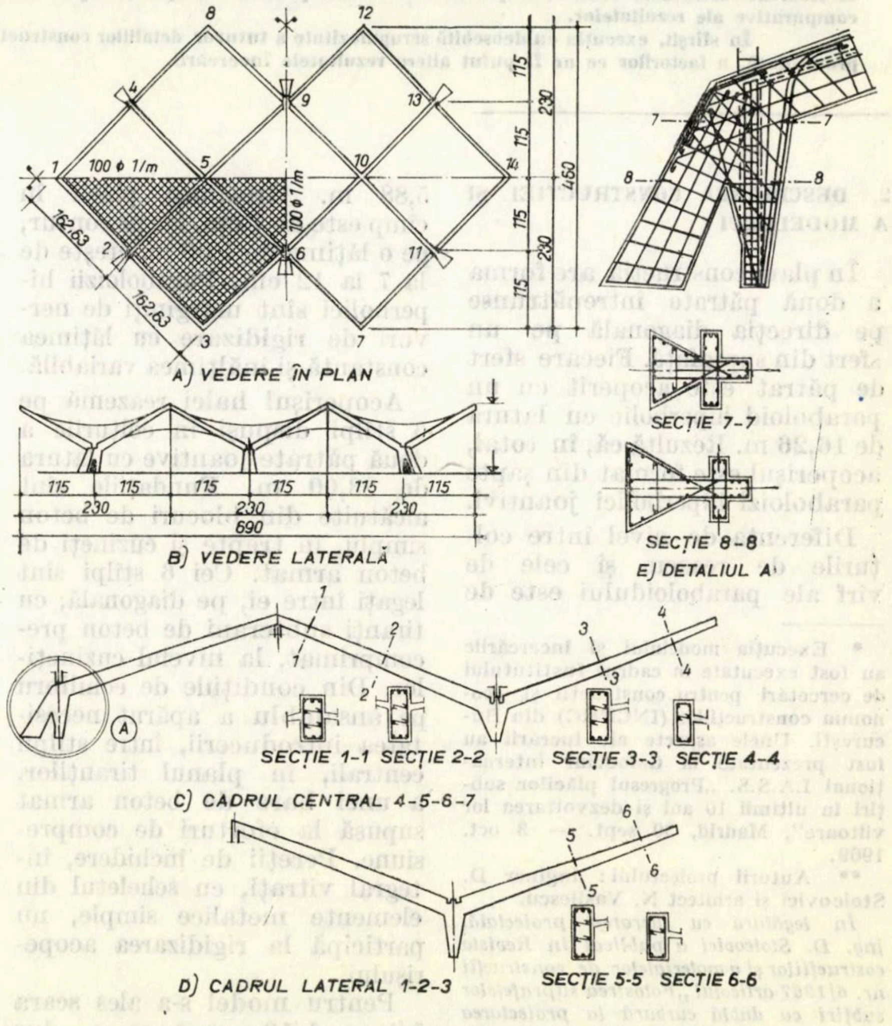


Fig. 2. — Modelul structurii de rezistență. Plan, vedere, detalii

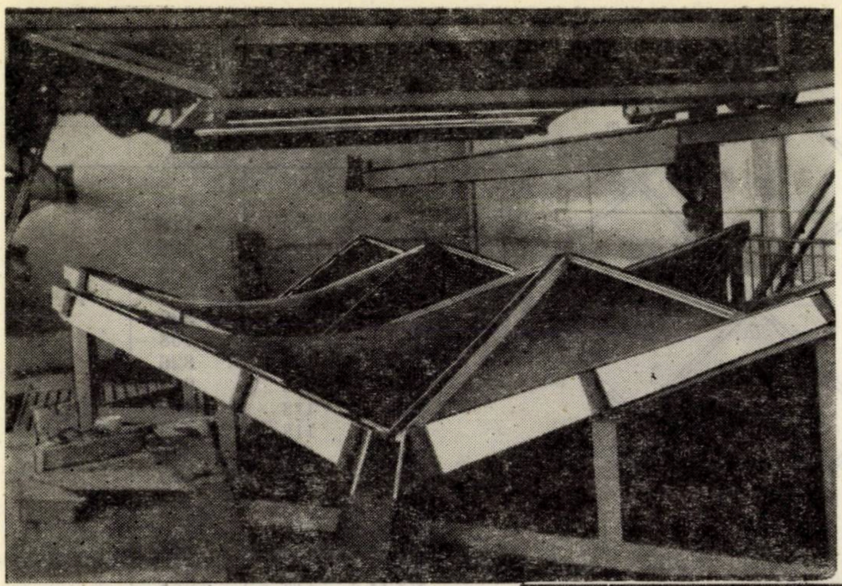
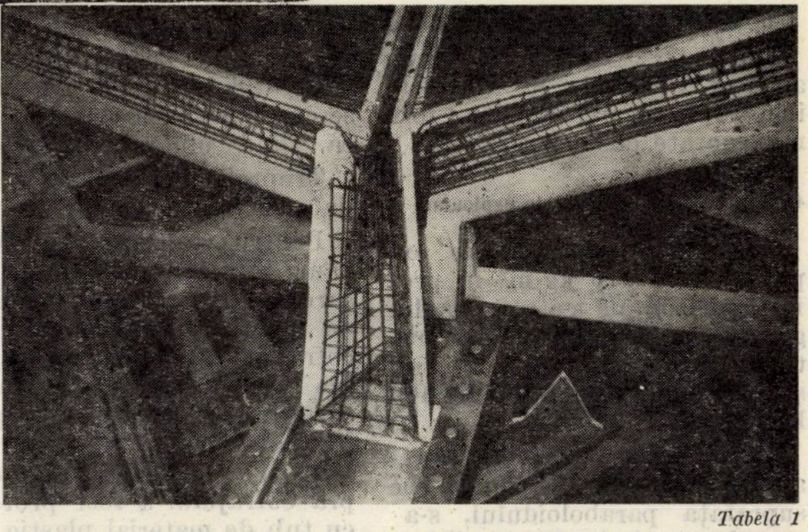


Fig. 3. — Cofraj. Vedere de ansamblu

Fig. 4. — Detaliu de armare a plăcii şi a stîlpului



selor a necesitat un mare consum de manoperă, iar unele erori la execuţia lor nu au putut fi în întregime excluse.

În ceea ce priveşte betonul, deoarece grosimea plăcilor este de numai 7 mm, s-a impus alegerea unor agregate cu dimensiunea maximă de 3 mm, foarte curate.

În urma analizei mai multor calităţi de agregate s-a ales acela cu procentul cel mai redus de parte levigabilă şi la care preponderentă era fracţiunea 0,2— 1 mm. Agregatul astfel ales a avut următoarea granulometrie :

— parte levigabilă 1%
— fracţiune 0— 0,2 mm 10%
— fracţiune 0,2—1 mm 80%
— fracţiune 1—3 mm 10%.

În vederea decofrării mai rapide a modelului s-a ales cimentul RIM 200.

Reţeta betonului folosit în final a fost :

nisip de carieră 0—0,2 mm	130 kg/m³
nisip de carieră 0,2—1,0 mm	1190 kg/m³
nisip de carieră 1,0—3,0 mm	130 kg/m³
ciment RIM 200	500 kg/m³
apă	245 kg/m³

Turnarea betonului s-a făcut în 7 ore, începînd de la o extremitate a construcţiei şi mergînd pînă la cea opusă în sensul diagonalei lungi a construcţiei. În ordine, pentru un panou dat, s-au turnat la început stîlpii, apoi grinzile şi, în final, placa.

Betonul a fost compactat cu vibratoare cu lance, pentru stîlpi şi grinzi, şi cu vibrator de suprafaţă pentru plăci.

După turnare, plăcile au fost protejate la extrados cu un strat de aproximativ 10 cm de nisip, care s-a umezit continuu timp de cîteva zile. Decofrarea s-a făcut la 6 zile de la turnare.

La execuţia modelului s-au turnat 30 de cuburi cu dimensiunile 7 × 7 × 7 cm, pentru încercări de compresiune, şi 12 prisme cu dimensiunile 4 × 4 × × 16 cm, pentru determinarea modulului de elasticitate.

Tabela 1

Timpul (zile)	1	3	7	14	31	130
Rezistenţa (kg/cm²)	65	185	233	290	390	400

Încercările la compresiune au dat rezultatele din tabela 1.

Valoarea medie a modulului de elasticitate al betonului, determinată experimental, a fost $E_b = 300\ 000$ kg/cm².

4. DESCRIEREA ÎNCERCĂRILOR

Modelul a fost încercat la următoarele tipuri de încărcări :

4.1. Încărcarea verticală de exploatare.
4.2. Tasări de reazeme.
4.3. Încărcarea cu forţe orizontale.
4.4. Influenţa temperaturii.
4.5. Încărcarea verticală de rupere.

Pentru a putea indica, în cele ce urmează, panourile care

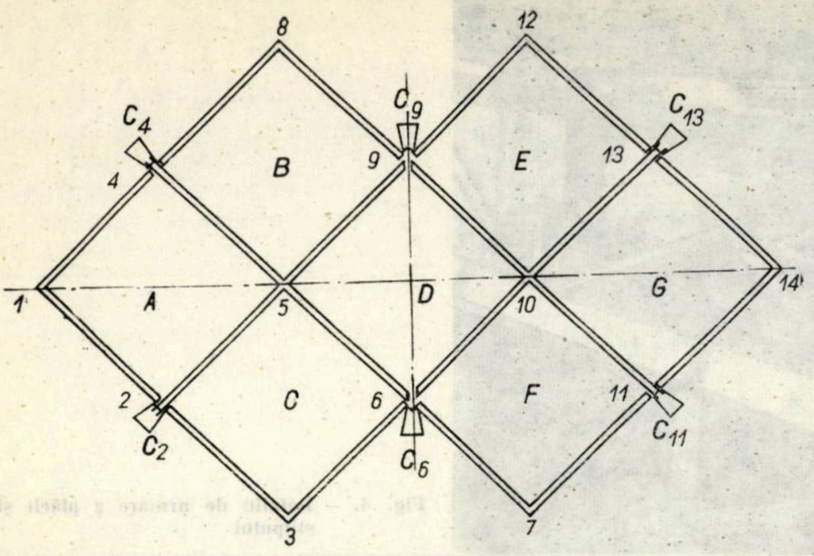


Fig. 5. – Schema cu numerotarea colțurilor, a stîlpilor și a panourilor modelului

Tabela 2

Treapta	Încărcare parțială kg/m²	Încărcare totală kg/m²	Observații
1	2	3	4
0	0	0	
I	118	118	
II	118	236	
III	118	354	
IV	118	472	exploatare
V	118	590	
VI	118	708	
VII	118	826	
VIII	118	944	
IX	118	1 062	
X	118	1 180	fisurare
XI	118	1 298	
XII	118	1 416	
XIII	118	1 534	
XIV	118	1 652	
XV	118	1 770	
XVI	118	1 888	
XVII	118	2 006	
XVIII	118	2 242	rupere

au fost încărcate în diversele ipoteze de încărcare, ele au fost numerotate ca în figura 5.

4.1. Încărcarea verticală de exploatare

Încărcarea verticală de exploatare de 470 kg/m² în proiecție orizontală s-a compus din greutatea proprie a plăcii, straturile termo- și hidroizolatoare, și zăpada considerată de 100 kg/m².

Încărcarea permanentă, în realitate uniform distribuită pe suprafața paraboloidului, s-a transformat în încărcare echivalentă uniform distribuită în plan orizontal. Prin reducere la scara modelului, încărcările uniform distribuite, luate în calcul pentru construcția reală, și-au păstrat neschimbată valoarea pe model. Încărcările uniform distribuite pe unitatea de lungime, de tipul greutății proprii a grinzilor de rigidizare, s-au obținut prin împărțirea valorilor de la construcția reală cu valoarea scării de modelare $1/\lambda = 1/10$.

Încărcarea uniform distribuită în plan orizontal s-a realizat cu ajutorul instalației de încercat modele (fig. 6). Poziția punctelor în care firele de oțel ale instalației au fost fixate de suprafața plăcilor curbe subțiri ale amodelului este redată în figura 7. Prin fiecare fir de sîrmă, încărcarea se transmite concentrat la placă, însă desimea mare a punctelor de aplicație (28,5 fire/m²) permite a se considera încărcarea aplicată ca fiind uniform distribuită.

Treptele de încărcare sînt date în tabela 2.

Pentru realizarea rețelei de găuri în plăcile modelului, prin care să treacă firele instalației de încercare, s-au introdus în cofraj holțșuruburi la care partea rămasă deasupra cofrajului corespundea cu grosimea plăcii în fiecare punct de încărcare. Partea de holțșurub de deasupra cofrajului a fost protejată cu tub de material plastic pentru a evita contactul cu betonul proaspăt la turnare.

Zonele vîrfurilor exterioare ale paraboloizilor, hașurate în fig. 7, care depășeau gabaritul instalației de încercare, au fost încărcate cu greutăți formate din saci de 15 kg cu bile de oțel sau chiar cu greutăți de fontă de 25 sau 50 kg, așezate deasupra sacilor.

Încărcarea verticală de exploatare s-a repetat de trei ori pentru a se putea pune în evidență măsura în care rezultatele rămîn constante la o valoare dată a încărcării.

Pentru a se putea defalca efectul greutății proprii a grinzilor asupra stării generale de eforturi, în cîteva etape ale experimentării modelul a fost solicitat numai de aceste încărcări.

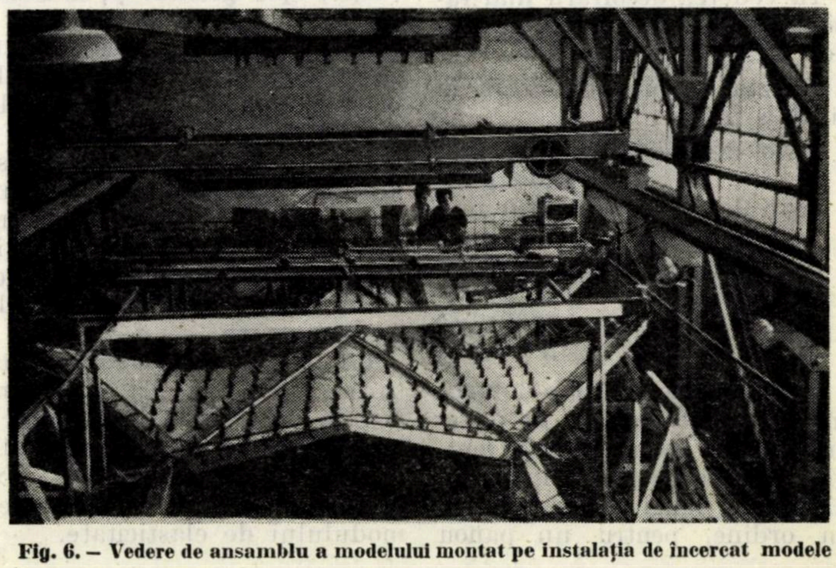


Fig. 6. – Vedere de ansamblu a modelului montat pe instalația de încercat modele

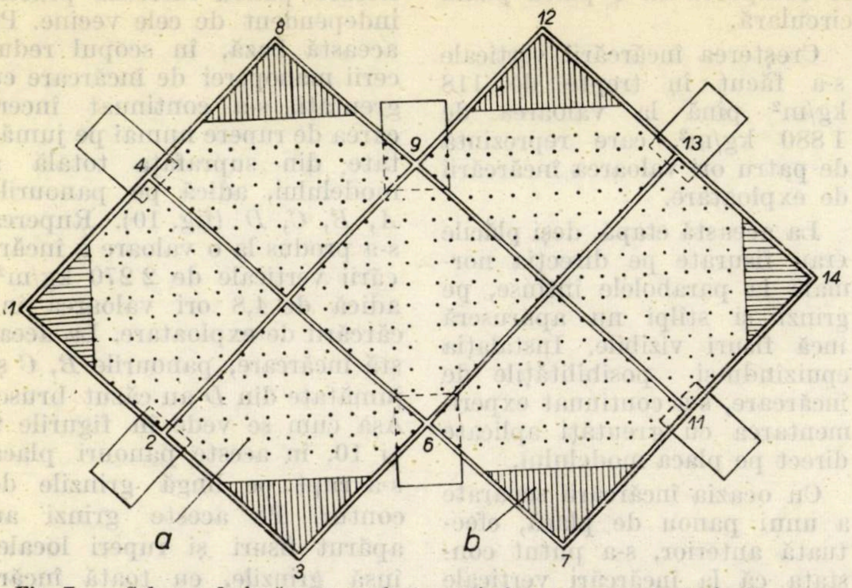


Fig. 7. — Schema de încărcare cu forţe verticale: *a* — puncte de încărcare cu ajutorul instalaţiei de încercare; *b* — zone încărcate cu saci umpluţi cu bile metalice

4.2. **Tasări de reazeme**

Pentru a se putea realiza tasarea reazemelor, piesele metalice de la baza stîlpilor au fost montate pe cadrul instalaţiei de încercare prin intermediul unor garnituri de cauciuc. Prin stringerea piuliţelor de la buloanele de fixare s-a realizat o comprimare a garniturilor de cauciuc şi deci o coborîre corespunzătoare, pe verticală, a bazei stîlpului. Invers, prin slăbirea piuliţelor, garniturile de cauciuc trebuiau să revină la dimensiunile iniţiale şi astfel să se anuleze tasarea produsă. Tasările s-au produs în următoarea ordine (conform notaţiei din fig. 5):

— tasarea stîlpului S_2 cu 1 mm
— anularea tasării stîlpului S_2
— tasarea stîlpului S_4 cu 1 mm
— anularea tasării stîlpului S_4
— tasarea stîlpului S_6 cu 1 mm
— tasarea stîlpului S_9 cu 1 mm, suprapusă peste tasarea anterioară a stîlpului S_6
— anularea simultană a tasărilor stîlpilor S_6 şi S_9.

Pe parcursul desfăşurării încercărilor de tasare s-a constatat că lipsa de elasticitate ideală a garniturilor de cauciuc a dus la imposibilitatea de a se reveni total la situaţia dinaintea producerii tasărilor. Ca urmare, încercările ulterioare s-au făcut în condiţiile menţinerii unor mici tasări remanente.

De asemenea, ca urmare a faptului că garniturile tuturor stîlpilor au fost identice, deci cu aceeaşi rigiditate la compresiune, pe cînd stîlpii au avut eforturi axiale diferite, s-au produs tasări diferenţiate sub efectul încărcărilor verticale de exploatare, stîlpii centrali, cu eforturi axiale mari, avînd tasări mult mai pronunţate decît cei de colţ. Efectele încărcărilor verticale şi ale tasărilor diferenţiate s-au înregistrat global în măsurători şi nu s-au putut defalca.

4.3. **Încărcarea cu forţe orizontale**

Construcţia reală a fost calculată la solicitări seismice, considerîndu-se simplificat că forţele orizontale corespunzătoare se aplică în nodurile de la partea superioară a stîlpilor. S-a efectuat un calcul la forţe seismice orientate longitudinal, transversal şi la 45° faţă de axele principale ale construcţiei.

Pe model, încercările s-au făcut numai pentru forţele provocate de mişcarea seismică, considerată pe direcţia transversală şi la 45°. În figura 8 se redau valorile şi orientările forţelor orizontale în sens transversal construcţiei.

Pentru a crea posibilitatea ca modelul să se comporte cît mai asemănător cu construcţia reală, încercarea la solicitările ce simulau pe cele seismice s-a făcut pe modelul încărcat cu sarcina verticală de exploatare de 470 kg/m². Înregistrările la aparate s-au făcut astfel încît să fie posibilă defalcarea efectului încărcărilor orizontale pentru interpretarea rezultatelor.

4.4. **Influenţa temperaturii**

Pentru stabilirea efectelor temperaturii s-au efectuat două încercări. La prima încercare, temperatura a fost coborîtă de la +20,7° la +5,5° şi apoi ridicată la 22°, realizîndu-se astfel diferenţele $\Delta t = -15{,}2°$ şi $\Delta t = +16{,}5°$.

La a doua încercare s-a coborît temperatura de la +22° la +2° rezultînd diferenţa $\Delta t = -20°$ şi s-a urcat din nou la +22°, realizîndu-se aceeaşi diferenţă în sens invers $\Delta t = +20°$.

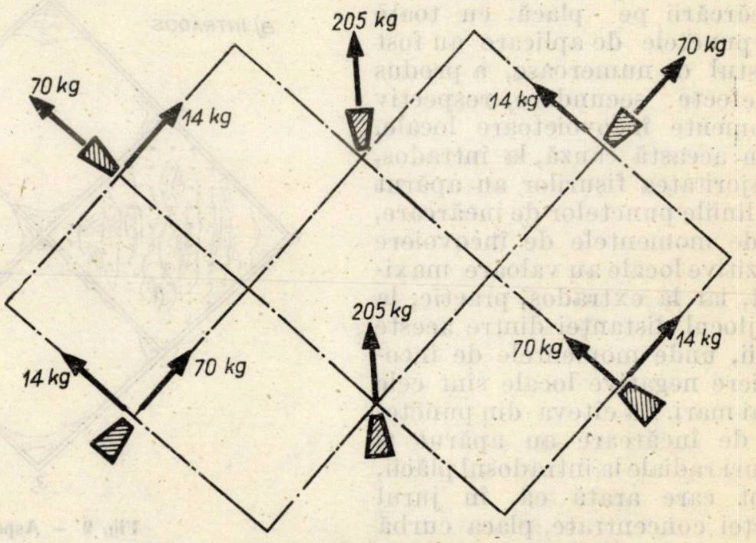


Fig. 8 — Schema de încărcare cu forţe orizontale

Încercările s-au efectuat asupra modelului încărcat cu sarcina verticală de exploatare de 470 kg/m^2.

4.5. Încărcarea verticală de rupere

După efectuarea încercărilor descrise mai sus s-a continuat încărcarea numai cu sarcini verticale de tipul celei de exploatare, adică uniform distribuită în plan orizontal.

Cînd s-a ajuns la încărcarea de 1 170 kg/m^2, valoare care corespunde cu 2,5 p expl. s-au observat primele fisuri la intradosul panoului *E* către vîrful 12.

În continuare au apărut fisuri şi pe celelalte panouri, la colţurile exterioare, mai întîi la intrados şi apoi la extrados. Fisurarea s-a întins apoi pe toată suprafaţa modelului, ajungînd în final să aibă aspectul redat în figura 9.

Fisurile, atît la extrados, cît şi la intrados, au apărut normal pe direcţia diagonalei întinse şi paralel cu diagonala comprimată.

Toate cele şapte panouri au fisurat practic identic şi la aceeaşi valoare a încărcării, ceea ce dovedeşte că la paraboloidul hiperbolic mărginit de generatoare rectilinii există o familie de parabole supuse la eforturi de întindere care pot fi considerate constante, atît în lungul unei parabole, cît şi de la o parabolă la alta din aceeaşi familie.

Modul de aplicare punctual a încărcării pe placă, cu toate că punctele de aplicare au fost destul de numeroase, a produs şi efecte secundare, respectiv momente încovoietoare locale. Din această cauză, la intrados, majoritatea fisurilor au apărut pe liniile punctelor de încărcare, unde momentele de încovoiere pozitive locale au valoare maximă, iar la extrados, practic, la mijlocul distanţei dintre aceste linii, unde momentele de încovoiere negative locale sînt cele mai mari. La cîteva din punctele de încărcare au apărut şi fisuri radiale la intradosul plăcii, fapt care arată că, în jurul forţei concentrate, placa curbă se comportă ca o placă plană circulară.

Creşterea încărcării verticale s-a făcut în trepte de 118 kg/m^2 pînă la valoarea de 1 880 kg/m^2, care reprezintă de patru ori valoarea încărcării de exploatare.

La această etapă, deşi plăcile erau fisurate pe direcţia normală la parabolele întinse, pe grinzi şi stîlpi nu apăruseră încă fisuri vizibile. Instalaţia epuizîndu-şi posibilităţile de încărcare, s-a continuat experimentarea cu greutăţi aplicate direct pe placa modelului.

Cu ocazia încărcării separate a unui panou de placă, efectuată anterior, s-a putut constata că la încărcări verticale fiecare panou lucrează practic independent de cele vecine. Pe această bază, în scopul reducerii manoperei de încărcare cu greutăţi, s-a continuat încercarea de rupere numai pe jumătate din suprafaţa totală a modelului, adică pe panourile *A*, *B*, *C*, *D* (fig. 10). Ruperea s-a produs la o valoare a încărcării verticale de 2 270 kg/m^2, adică de 4,8 ori valoarea încărcării de exploatare. La această încărcare, panourile *B*, *C* şi jumătate din *D* au căzut brusc. Aşa cum se vede în figurile 9 şi 10, în aceste panouri placa s-a rupt pe lîngă grinzile de contur. Pe aceste grinzi au apărut fisuri şi ruperi locale, însă grinzile, cu toată încăr-

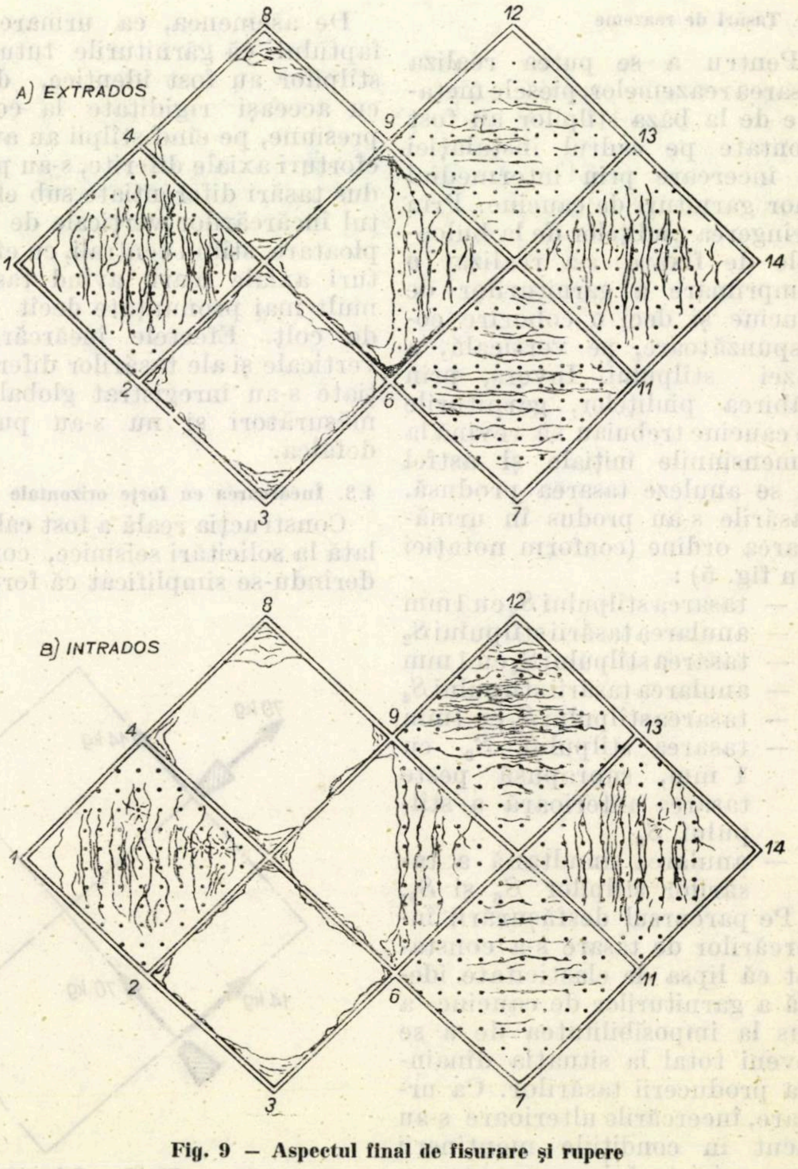


Fig. 9 — Aspectul final de fisurare şi rupere

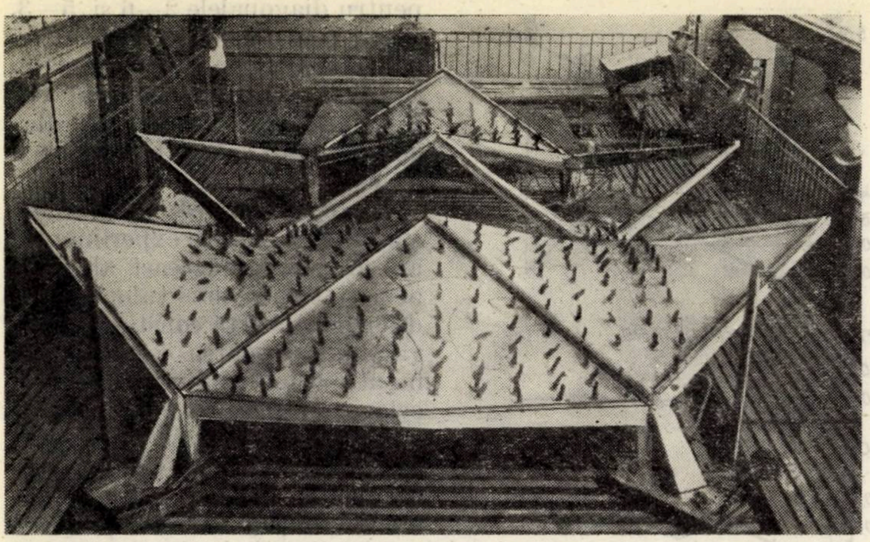


Fig. 10 — Vedere de ansamblu a modelului după rupere

carea foarte mare care a fost aplicată pe structură, nu s-au distrus.

5. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

Pentru determinarea experimentală a stărilor de deformații și deplasări, modelul a fost echipat cu 276 traductoare electrice rezistive, 37 fleximetre și 32 microcomparatoare. Toate înregistrările aparatelor au fost analizate și interpretate. În această lucrare, pentru economie de spațiu, se prezintă însă numai o parte a rezultatelor experimentale.

În figurile 11 și 13 se dau diagramele de forțe axiale stabilite experimental respectiv pentru panoul de placă C și cadrul central 4—5—6—7, iar în figurile 12 și 14 diagramele de momente încovoietoare determinate experimental pentru aceleași elemente. În toate diagramele, încărcările au fost grupate în următoarea ordine :

a) încărcarea verticală de exploatare ;

b) tasarea stîlpilor (stîlpul S_1 cu 1 mm) ;

c) încărcarea cu forțe orizontale ;

d) influența scăderii de temperatură cu 20° ;

e) încărcarea verticală de rupere.

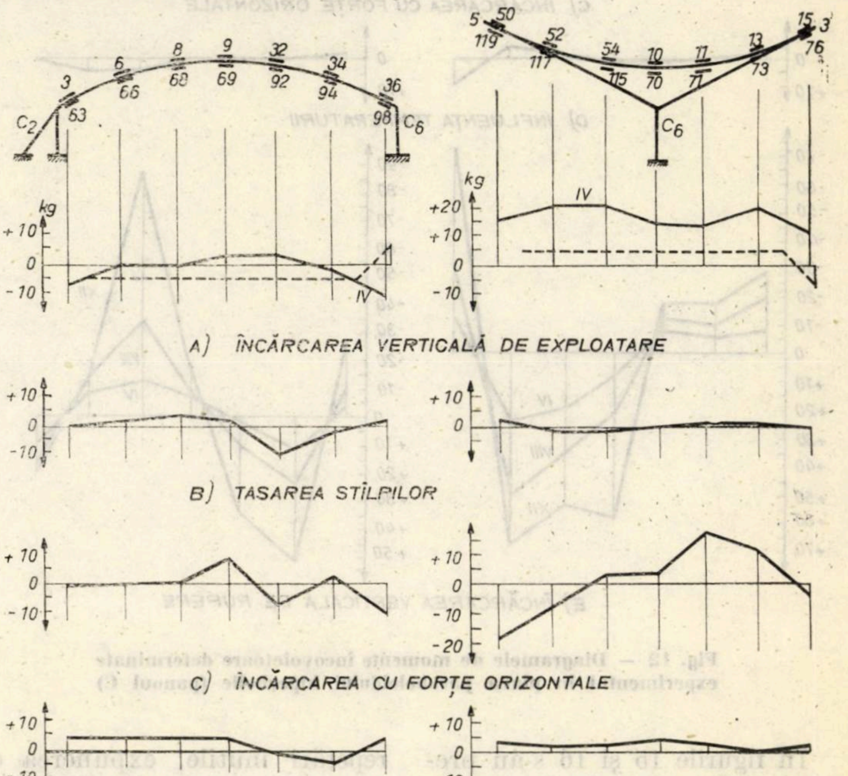


Fig. 11 — Diagramele de forțe axiale determinate experimental în placa paraboloidului hiperbolic (panoul C)

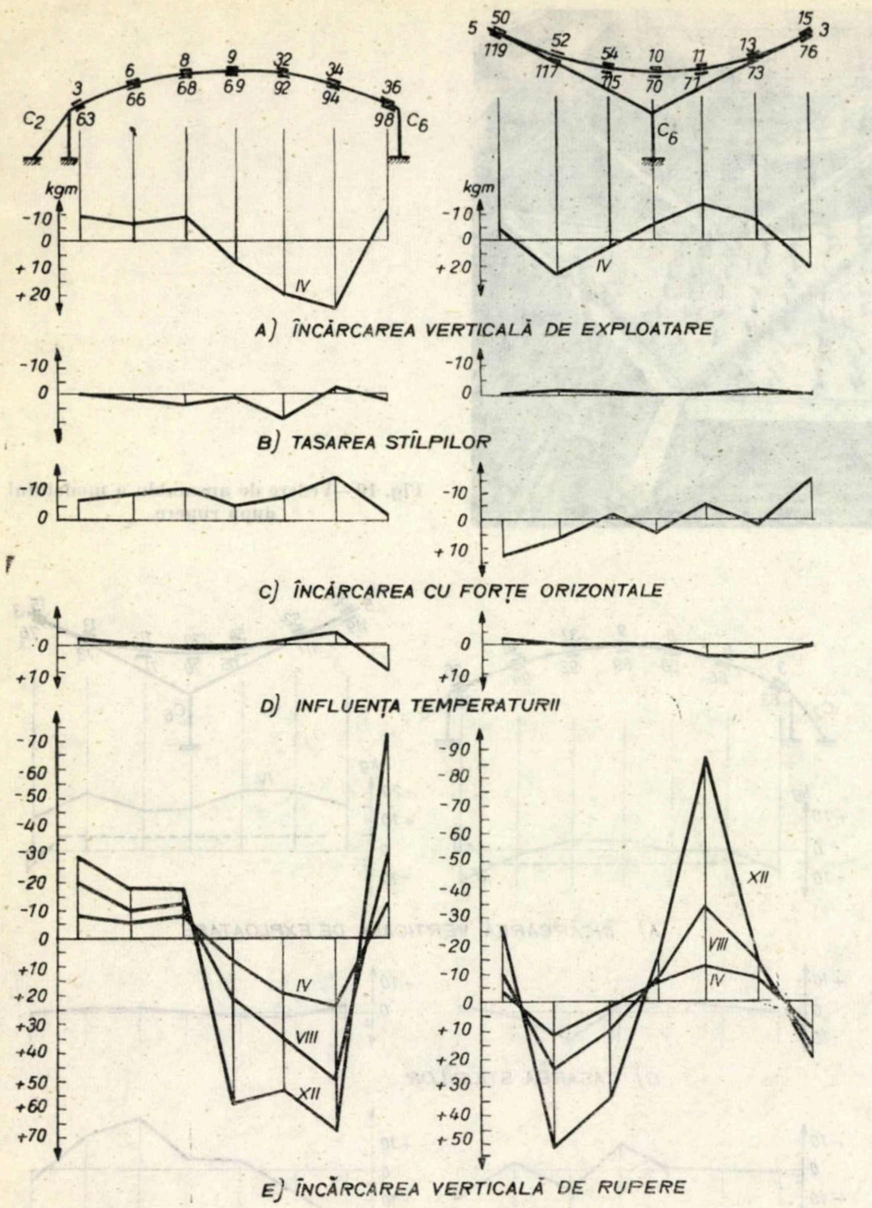


Fig. 12 — Diagramele de momente încovoietoare determinate experimental în placa paraboloidului hiperbolic (panoul C)

În figurile 15 și 16 s-au prezentat diagramele de săgeți pentru aceleași elemente și sub efectul acelorași încărcări. Comportarea stîlpilor 2 și 6, a tiranților 4—6 și 2—9 și a barei comprimate 6—9 se analizează pe baza eforturilor unitare determinate în diferite puncte caracteristice ale acestor elemente.

Acest mod de prezentare a rezultatelor în cadrul figurilor are scopul să ușureze comparația vizuală a efectelor diferitelor încărcări asupra unui anumit element de construcție. Totuși, pentru evitarea unor repetări inutile, expunerea ce urmează este organizată pe analiza tipurilor de încărcări și a efectelor lor asupra modelului, acordîndu-se o atenție deosebită încărcărilor verticale.

5.1. Starea de eforturi și deplasări produsă de încărcările verticale de exploatare și de rupere

Pentru panoul de placă *C* s-au analizat rezultatele măsurătorilor de deformații specifice pentru toate punctele în care au fost prevăzute traductoare electrice rezistive, însă în figura 11 se redau numai diagramele de eforturi obținute pentru diagonalele 2—6 și 5—3. S-au trasat, pentru comparație, și diagramele de eforturi axiale, stabilite pe cale analitică, corespunzătoare celor două diagonale, sub efectul încărcării de exploatare.

Se constată că diagramele stabilite analitic și experimental au în general aceeași alură și același semn, dar valorile sînt diferite. Această constatare este valabilă și pentru celelalte elemente ale modelului, cu excepția celor metalice.

Explicația constă în faptul că betonul armat, ca material de construcție, se abate în mod esențial de la ipotezele teoriei liniare a elasticității pe baza cărora se încearcă, de obicei, să se stabilească starea de eforturi în structurile de rezistență de beton armat.

Modulul de elasticitate al betonului poate fi stabilit numai cu o precizie relativă, iar variația lui cu treapta de încărcare complică mult trecerea de la deformațiile specifice măsurate la eforturile unitare, în cazul stărilor de tensiune complexe.

Chiar pentru aceeași treaptă de încărcare, în diferitele puncte ale construcției, starea de tensiune fiind diferită, este necesar a se utiliza valori diferite ale modulului de elasticitate.

La cele de mai sus se adaugă neomogenitatea caracteristicilor mecanice ale betonului ca urmare a compactării lui neuniforme la turnare. De asemenea, abaterea elementelor geometrice (de exemplu grosimea plăcii) de la valorile lor din proiect este inevitabilă.

Prezența microfisurilor care apar o dată cu întărirea betonului, dezvoltarea lor și formarea unor fisuri vizibile, în timpul încărcării, mai ales la elemente supuse la eforturi de întindere importante cum sînt plăcile sub formă de paraboloid hiperbolic, fac ca materialul să devină discontinuu.

Astfel, ținînd seama și de observațiile de mai sus, ipotezele fundamentale ale teoriei elasticității, potrivit cărora materialul se consideră continuu,

ideal şi liniar elastic, omogen şi izotrop, nu pot fi admise la efectuarea măsurătorilor cu caracter local (de exemplu, la stabilirea deformaţiilor specifice pe baza cărora se determină eforturile unitare) pentru structurile de beton armat.

Asemenea constatări se puteau face, evident, chiar fără a efectua în mod concret măsurători pe o structură reală. Experienţele efectuate au reconfirmat însă în întregime aceste concluzii. De aceea, toate diagramele de eforturi (forţe axiale şi momente încovoietoare) se dau cu titlu informativ. Ele pot sugera alura legii de variaţie, dar nu pot furniza mărimi cantitative pentru proiectare.

Dimpotrivă, celelalte măsurători care nu depind de comportarea locală a materialului, şi anume măsurătorile de deplasări, măsurătorile privitoare la încărcarea de apariţie a fisurilor vizibile şi de rupere, schemele şi caracterul fisurării şi ruperii, reprezintă informaţii preţioase, atît pe plan teoretic, cît şi practic, pentru proiectare.

Vom insista, în consecinţă, în special asupra acestor elemente ale măsurătorilor experimentale.

Analiza figurii 9, care reprezintă modul de fisurare a plăcilor curbe subţiri ale modelului, arată că în cazul încărcărilor verticale uniform distribuite există o familie de parabole în lungul cărora efortul predominant este cel de întindere, valoarea lui fiind constantă pentru oricare din parabolele acestei familii. Încărcarea de apariţie a fisurilor în placă corespunde unui efort unitar de întindere de ordinul 25–30 kg/cm² în beton, pe direcţia parabolelor întinse, ceea ce coincide cu multă exactitate cu valoarea rezistenţei de întindere a betonului din placă de marcă B 400.

Fisurile au apărut aproape simultan pe toate cele şapte plăci ale modelului şi s-au dezvoltat treptat pe întreaga lungime a parabolelor comprimate (cu care sînt paralele). Toate acestea arată că pentru paraboloidul hiperbolic raportat la generatoarele rectilinii, supus unor încărcări verticale uniform distribuite, ipoteza comportării plăcii în starea de membrană corespunde satisfăcător cu realitatea, iar eforturile din starea de membrană pot fi considerate drept hotărîtoare pentru echilibrul plăcii curbe subţiri supuse acestui tip de încărcare, atunci cînd conturul este suficient de rigid.

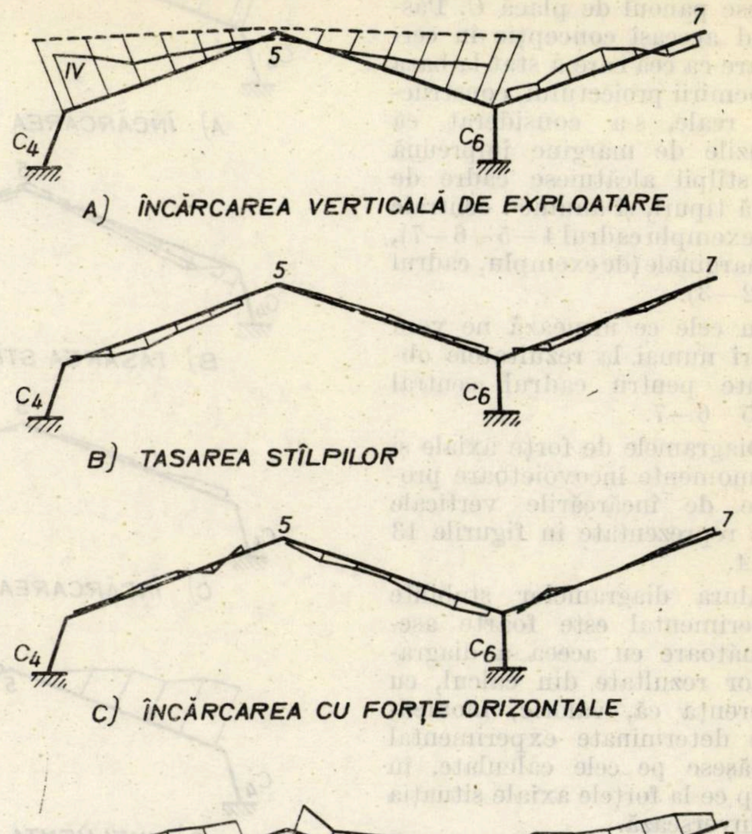


Fig. 13 – Diagramele de forţe axiale determinate experimental pentru cadrul 4–5–6–7

Pentru studiul comportării grinzilor care rigidizează con-

turul plăcilor curbe subţiri s-au urmărit un număr de 5 laturi dintre care 4 sînt cele care mărginesc panoul de placă *C*. Păstrînd aceeaşi concepţie în cercetare ca cea care a stat la baza întocmirii proiectului construcţiei reale, s-a considerat că grinzile de margine împreună cu stîlpii alcătuiesc cadre de două tipuri, şi anume: centrale (de exemplu cadrul 4—5—6—7), şi marginale (de exemplu, cadrul 1—2—3).

În cele ce urmează ne vom referi numai la rezultatele obţinute pentru cadrul central 4—5—6—7.

Diagramele de forţe axiale şi de momente încovoietoare produse de încărcările verticale sînt reprezentate în figurile 13 şi 14.

Alura diagramelor stabilite experimental este foarte asemănătoare cu aceea a diagramelor rezultate din calcul, cu diferenţa că, valoric, momentele determinate experimental depăşesc pe cele calculate, în timp ce la forţele axiale situaţia se inversează.

Într-o anumită măsură, situaţia poate fi explicată prin faptul că, în realitate, placa se descarcă pe grinzile de contur, nu numai prin eforturi de lunecare cuprinse în suprafaţa mediană a plăcii, ci şi prin eforturi de forfecare normale pe această suprafaţă şi deci pe axa grinzii.

Diagramele de momente ale cadrului 4—5—6—7, stabilite pe baza măsurătorilor experimentale, considerînd teoretic modulul de elasticitate al betonului constant, arată că, pe măsura creşterii încărcării, valorile eforturilor cresc mai repede decît direct proporţional. În realitate, această creştere, adevărată pentru deformaţiile specifice, nu este valabilă şi pentru eforturi, întrucît deformabilitatea betonului creşte o dată cu creşterea încărcării.

Pe barele 4—5 şi 5—6 eforturile sînt mai mari decît pe bara 6—7, întrucît primele două sînt încărcate bilateral cu efectul panourilor de placă vecine (*A* şi *B* pentru bara 4—5 şi *C* şi *D* pentru bara 5—6), pe cînd bara

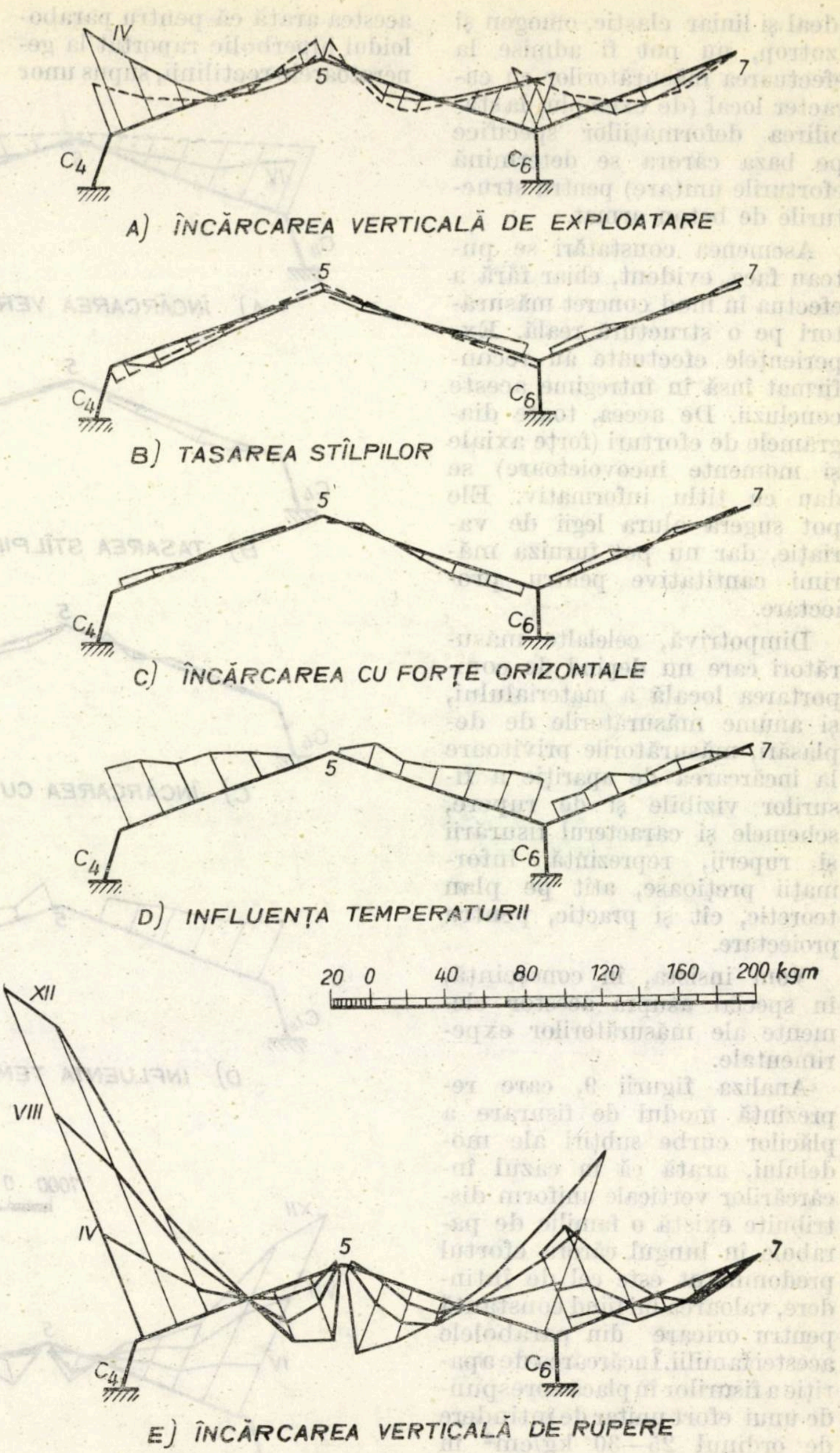


Fig. 14 — Diagramele de momente încovoietoare determinate experimental pentru cadrul 4—5—6—7

6—7 primeşte numai o încărcare unilaterală de la panoul de placă *F*.

Un rezultat interesant îl constituie diagramele de eforturi care se obţin experimental cînd modelul este încărcat numai cu greutatea proprie a grinzilor de rigidizare, distribuită în lungul acestora, restul modelului fiind neîncărcat. Valorile eforturilor sînt substanţial inferioare celor stabilite prin calcul, în ipoteza că grinzile formează un cadru plan independent de conlucrarea cu plăcile.

Deci, considerarea grinzilor în afara conlucrării lor cu plă-

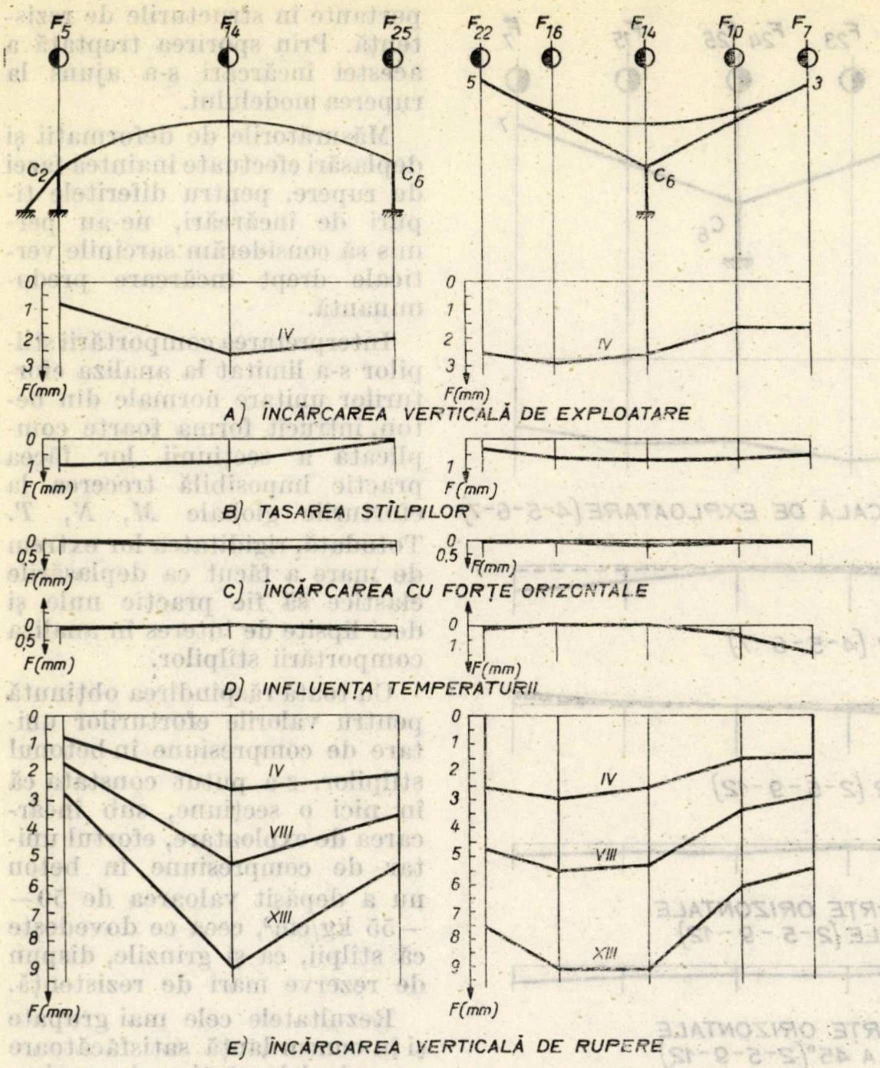


Fig. 15 — Diagramele de săgeți măsurate pentru panoul C

cile în cadrul structurii complexe este o ipoteză nereală, care are drept efect supradimensionarea acestor grinzi.

Așa cum am mai arătat, la conturarea unei imagini despre comportarea structurii sub încărcări servesc, în mare măsură, diagramele de deplasări (săgeți) reprezentate în figura 15, pentru panoul de placă C, și în figura 16, pentru cadrul 4—5—6—7.

S-a arătat anterior că pentru a putea efectua și încercarea de tasare a unor reazeme, bazele stîlpilor modelului au fost montate pe garnituri de cauciuc, care, evident, au rămas montate pe toată perioada încercărilor. Prezența lor a contribuit, în cursul experiențelor, la producerea unor tasări diferențiate ale stîlpilor, potrivit cu sarcina axială și momentul încovoietor de la baza fiecăruia.

Separarea efectului tasărilor diferențiate este simplă pentru deplasări, dar practic imposibil de realizat pentru eforturi.

Diagramele cu valorile absolute ale săgeților cuprind săgețile provenite din deformarea structurii modelului, cumulate cu tasările garniturilor de cauciuc. Se vede că tasarea bazei stîlpului central 6, avînd încărcarea verticală aproape dublă față de stîlpul marginal 4, are și tasarea aproape dublă, respectiv 4,67mm, față de 2,67 mm.

Eliminînd efectul tasării stîlpilor, s-a obținut diagrama săgeților provenite numai din deformarea structurii pentru o încărcare verticală uniform distribuită, egală cu de 3 ori încărcarea de exploatare.

Pentru o valoare a încărcării egală cu încărcarea de exploatare, săgețile din deformarea structurii sînt aproape neglijabile și, fapt mai puțin evident la prima vedere, colțurile exterioare ale modelului au tendința să se ridice și nu să coboare.

Această constatare justifică afirmația că grinzile de rigidizare a plăcilor curbe nu sînt supuse în principal la încovoiere, ci la eforturi axiale de compresiune, momentele încovoietoare fiind mărimi secundare și avînd o diagramă diferită de aceea a momentelor încovoietoare la o consolă obișnuită.

În sprijinul aceleiași afirmații vine, de asemenea, faptul că pe toată durata încercărilor efectuate pînă la faza de rupere inclusiv, jumătatea exterioară, în consolă, a paraboloizilor de pe conturul construcției nu s-a comportat mai defavorabil decît jumătatea lor interioară, care beneficia de legături suplimentare și de continuitatea cu restul structurii.

Faptul că pe nici una dintre grinzi nu au apărut fisuri, în nici o secțiune a lor, pînă la faza de rupere, dovedește, pe de o parte, că în ele nu s-au dezvoltat momente încovoietoare prea mari, dar, în același timp, că ele au fost dimensionate acoperitor în raport cu plăcile curbe subțiri, dovedind o siguranță suplimentară la rupere față de acestea din urmă.

Numai după cedarea plăcilor curbe subțiri, prin care a început distrugerea modelului, schimbîndu-se brusc starea de echilibru, s-au produs în grinzi cedări locale, iar capetele unor stîlpi s-au forfecat imediat sub nivelul îmbinării lor cu grinzile.

Nici chiar secțiunile de lîngă reazem ale grinzilor, slăbite pentru realizarea scurgerii apelor, nu au cedat prematur.

Dimensionarea fiecărui element de construcție, sau a diferitelor porțiuni ale lui, are la bază eforturile rezultate din combinațiile cele mai defavorabile de încărcări, care pot fi altele de la un element la altul sau de la o secțiune la alta. Dar, pe cale experimentală nu se poate niciodată găsi o com-

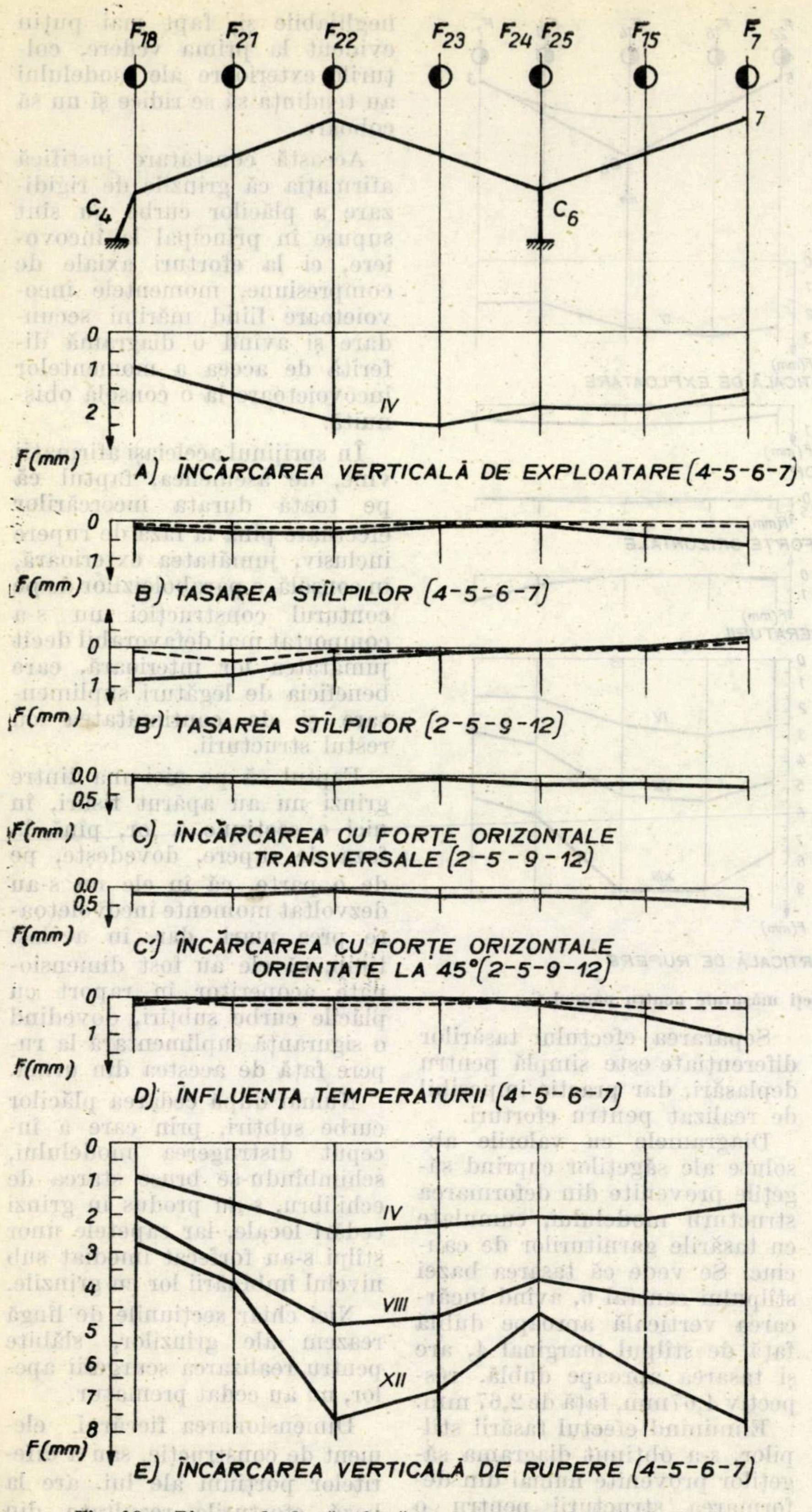


Fig. 16 — Diagramele de săgeți măsurate pentru cadrul 4—5—6—7

binație de încărcări care să dea simultan efectele cele mai defavorabile în fiecare secțiune. De aceea, în cadrul cercetării experimentale pe care o prezentăm s-a considerat drept încărcare preponderentă aceea dată de sarcinile verticale (greutatea proprie, zăpadă), care produce eforturile cele mai importante în structurile de rezistență. Prin sporirea treptată a acestei încărcări s-a ajuns la ruperea modelului.

Măsurătorile de deformații și deplasări efectuate înaintea fazei de rupere, pentru diferitele tipuri de încărcări, ne-au permis să considerăm sarcinile verticale drept încărcare predominantă.

Interpretarea comportării stîlpilor s-a limitat la analiza eforturilor unitare normale din beton, întrucît forma foarte complicată a secțiunii lor făcea practic imposibilă trecerea la eforturile globale M, N, T. Totodată, rigiditatea lor extrem de mare a făcut ca deplasările elastice să fie practic nule și deci lipsite de interes în analiza comportării stîlpilor.

Cu toată răspîndirea obținută pentru valorile eforturilor unitare de compresiune în betonul stîlpilor, s-a putut constata că în nici o secțiune, sub încărcarea de exploatare, efortul unitar de compresiune în beton nu a depășit valoarea de 50—55 kg/cm², ceea ce dovedește că stîlpii, ca și grinzile, dispun de rezerve mari de rezistență.

Rezultatele cele mai grupate și în concordanță satisfăcătoare cu calculele statice de proiectare s-au obținut în tiranții care leagă fundațiile stîlpilor. Aceasta se explică prin faptul că tiranții modelului s-au executat din oțel, material cu comportare liniar elastică.

Valoarea întrucîtva mai redusă a întinderii în tiranți, dedusă pe cale experimentală în raport cu cea calculată, se datorește frecărilor între plăcile metalice ale bazei stîlpilor, care n-au putut fi în întregime evitate.

Tiranții dispuși pe diagonală între bazele stîlpilor, precum și bara comprimată, dispusă între stîlpii centrali, fiind reduși la scara modelului, pe criterii de rigiditate și nu de rezistență, au avut deformații foarte reduse, și astfel bazele stîlpilor n-au suferit practic deplasări care să influențeze sensibil starea de eforturi din structură.

5.2. Starea de eforturi și deplasări produsă de tasarea unor stîlpi, de încărcări orizontale transversale și de variația de temperatură

Din rezultatele experiențelor se poate trage concluzia că aceste trei tipuri de încărcări nu produc în structură efecte prea importante.

Eforturile și deplasările produse de fiecare din încărcările de mai sus sînt reprezentate sub formă de diagrame în figurile 11...16 la literele *B*, *C* și *D*.

Tasarea stîlpilor duce la rezultate asemănătoare pentru fiecare dintre situațiile analizate și de aceea s-au reținut, pentru exemplificare, numai rezultatele tasării stîlpului S_6.

Judecînd după diagramele de săgeți obținute, se constată că modelul a rămas aproape nedeformat, dar s-a rotit în întregime, ca un solid rigid, în jurul unei axe.

Diagramele de săgeți sînt practic rectilinii, iar eforturile au valori neglijabile.

Este de presupus că, în lipsa garniturilor de cauciuc de sub fundații, care au permis rotirea rigidă a construcției, rezultatele ar fi fost altele. Dar și în situația reală, construcția fiind pusă pe un mediu elastic, tasarea unei fundații atrage și tasarea fundațiilor vecine, dacă construcția este suficient de rigidă, adică se produce un fenomen asemănător celui din cadrul încercării efectuate.

Încercarea modelului la forțe orizontale a avut drept scop să furnizeze anumite indicații despre comportarea construcției la cutremur.

Valoarea încărcărilor orizontale s-a stabilit pe baza unui calcul al construcției la forțe seismice, considerînd trei direcții diferite de acțiune a seismului în raport cu axele principale ale construcției, și anume direcția transversală, longitudinală și la 45° în raport cu axele construcției.

Ca și în cazul tasărilor de reazeme, în lucrare s-au reținut, pentru exemplificare, numai unele dintre rezultate, și anume cele corespunzătoare încărcării cu forțele orizontale orientate în sens transversal construcției. Încărcările orizontale s-au aplicat la extremitatea superioară a stîlpilor, după direcțiile axelor principale ale secțiunii fiecăruia.

Acest mod de schematizare a încărcărilor seismice, admis de altfel în mod curent la construcțiile în cadre de beton armat, este mai puțin acceptabil pentru structura de rezistență care face obiectul acestei lucrări.

Aplicarea forțelor orizontale în nodul din capătul superior al stîlpului face ca, datorită rigidității foarte mari a stîlpilor în raport cu restul elementelor, aceste forțe să fie transportate la fundații numai de către stîlpi, iar restul construcției să nu participe aproape de loc la preluarea eforturilor și deformațiilor.

O metodă mai exactă de calcul ar trebui să pună în evidență comportarea suprastructurii, formată din ansamblul de plăci curbe și grinzi de margine, la încărcări seismice acționînd pe direcții oarecare și în particular pe direcția verticală.

Pe schema considerată, întrucît stîlpii transmit practic integral sarcina orizontală la teren, ei fiind aproape infinit rigizi în raport cu celelalte elemente, este firesc ca diagramele de eforturi și deplasări ale suprastructurii, așa cum rezultă și din figurile amintite, să aibă valori neglijabile, cu ordonate de același ordin de mărime ca erorile curente de măsurare la aparate.

Și în acest caz, singurele deplasări ce s-au înregistrat s-au dovedit a fi fost datorite deformării garniturilor de cauciuc de sub fundații, construcția în ansamblu avînd numai rotiri rigide.

Sub efectul variației de temperatură s-au măsurat deplasările orizontale și verticale, cum și deformațiile specifice, în mod asemănător cazurilor anterioare de încărcare.

La această încărcare, care a constat în coborîrea cu 20°C a temperaturii și apoi ridicarea ei din nou la valoarea inițială, încercare repetată de două ori, construcția s-a comportat aproape perfect elastic, fapt confirmat de diagramele de săgeți din figurile 15 și 16, litera *D*, care arată că o dată cu anularea diferenței de temperatură s-au anulat și deplasările corespunzătoare.

Stabilirea eforturilor produse de variația de temperatură este însă o operație mai dificilă, deoarece, pe lîngă aproximațiile curente, mai trebuie apreciate unele caracteristici de deformare ale structurii complexe în ansamblu.

6. CONCLUZII

● Cercetarea experimentală a comportării modelului descris arată că structura de rezistență a halei de expoziție este bine concepută în tot ansamblul ei. În timpul încercărilor, nici unul dintre elemente nu a prezentat o cedare prematură sau o comportare diferită de aceea considerată la proiectare. Atît siguranța fiecărui element, cît și cea globală a structurii s-au dovedit pe deplin satisfăcătoare.

● Elementele de margine ale plăcilor curbe subțiri n-au prezentat nici un semn de pierdere a stabilității și nici fisuri vizibile pînă în momentul ieșirii din lucru a plăcilor. Se poate aprecia că grinzile de contur ale plăcilor, cum și stîlpii construcției au dimensiuni superioare celor strict necesare. Din punctul de vedere al comportării modelului, acest fapt a determinat atingerea sarcinii de rupere mai întîi la plăcile curbe subțiri. Totodată, robustețea grinzilor de contur a favorizat pentru plăci o comportare apropiată de aceea de membrană, fapt confirmat și de configurația fisurilor pe fiecare din cele 7 panouri de placă.

● Așa cum s-a arătat pe larg în cuprinsul lucrării, stabilirea stării de eforturi, pe baza măsurării deformațiilor specifice, și trecerea succesivă la eforturile unitare normale și cele secționale *N*, *M* nu se poate face, la structurile de beton armat, decît prin învingerea unor mari dificultăți și totdeauna cu riscul unor erori greu de controlat și, probabil, mari din punct de vedere cantitativ.

Din acest motiv, diagramele de eforturi obținute pe baza măsurătorilor cu traductoare electrice rezistive, nu pot oferi valori cantitative certe, ci pot sugera alura variației acestor solicitări.

● În general, stabilirea solicitărilor pe baza analizei comportării locale a unui element sau a unei structuri de rezistență, datorită multitudinii de factori ce intervin, este afectată de erori ce pot ajunge pînă la denaturarea fenomenului. De aceea s-a acordat atenție în special acelor mărimi ce se pot stabili experimental și care caracterizează comportarea de ansamblu a structurii. Dintre acestea cităm în primul rînd încărcarea de apariție a fisurilor vizibile și configurația fisurilor pe diferitele elemente ale construcției și, în special, pe plăcile curbe subțiri.

Pe baza acestor elemente s-a putut stabili că adoptarea ipotezei de membrană pentru încărcarea cu sarcini verticale uniform distribuite este justificată.

● Diagramele de săgeți au permis stabilirea fibrei medii deformate la grinzile de contur și, pe baza acesteia, care dintre eforturile M și N este preponderent. S-a constatat astfel că momentele încovoietoare în grinzile marginale sînt mărimi secundare. Pe aceeași cale au fost interpretate rezultatele obținute cu privire la alte elemente ale modelului.

● Valoarea încărcării de rupere și caracterul ruperii determinate experimental sînt, de asemenea, elemente care furnizează informații prețioase pentru proiectarea de rezistență. Ruperea bruscă a plăcilor pe linia de contur arată că aceasta se datorește în special eforturilor de lunecare din lungul conturului și că, după cedarea betonului, echilibrul plăcii este compromis. O sporire a armăturii la legătura dintre placă și grindă poate spori capacitatea de rezistență a plăcii și totodată poate face ruperea mai puțin fragilă.

Bibliografie

[1] ROCHA, M. : *Dimensionnement expérimental des constructions.* Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Février, 1952

[2] ROWE, R. E. : *Tests on four types of hyperbolic shells.* Proceedings of the Symposium on Shell Research, Delft, 1961

[3] BRENNAN, P. J. : *Experimental studies of hyperbolic paraboloid structures under static and dynamic loads.* Proceedings of the Symposium on Shell Research, Delft, 1961

[4] LAULETTA, E. : *Statics of hyperbolic paraboloidical shells studied by means of models.* Proceedings of the Symposium on Shell Research, Delft, 1961

[5] UNGUREANU, I., TANNENBAUM, M., DASCĂLU, G., DAMIAN, F. : *Recherches sur modéles en mortier de ciment pour l'étude des états limite des voiles en béton armé et en béton précontraint.* Proceedings of the Symposium of Nonclassical Shell Problems, Varșovia, 1963

[6] UNGUREANU, I., PAVEL, C. : *Recherches expérimentales sur un modéle de voile mince constitué de sept paraboloïdes hyperboliques.* Progress of Shell Structures in the last 10 years and its future development, Madrid, 1969

Pentru lucrări de fațadă :

PLATFORMA SUSPENDATĂ ALIMAK BS-400

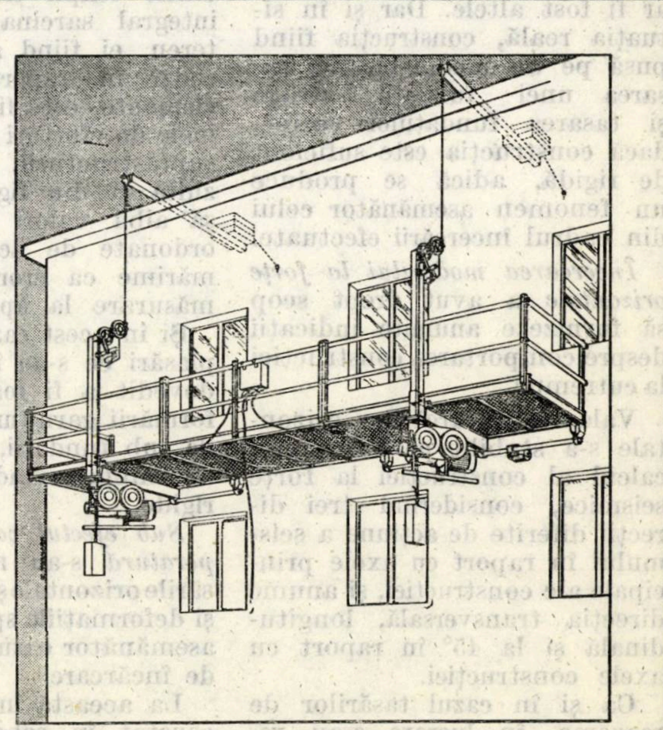
Pentru lucrări de reparații. întreținere și curățire la construcții de locuit. silozuri. coșuri de fum industriale ș.a.

Lucru în condiții de securitate la orice înălțime

ATENȚIE ! Posibilități de mărire a randamentului prin folosirea troliilor de ridicare a platformei tip BS-2000. Deosebit de soluțiile curent întîlnite. troliile nu sînt prevăzute cu tamburi. ei se cațără pe cabluri suspendate de console deplasabile fixate de acoperiș. Ambele tipuri, BS-400 și BS-2000. sînt prevăzute cu dispozitive de prindere pentru crearea unor condiții de securitate absolută

Pentru documentare. solicitați prospectul BS-400

Eficiență — Mobilitate



LINDEN ALIMAK

S-931 03 SKELLEFTEA 3 SUEDIA. Tel. 0910/142 30 Telex 6883

O metodă privind distribuţia încărcărilor orizontale pentru diafragme verticale dispuse asimetric

Ing. IOAN GIURGIU
Institutul politehnic Cluj

Ing. LUCIA GIURGIU
Liceul industrial de construcţii Cluj

Clădirile cu diafragme sînt sisteme spaţiale static nedeterminate, şi distribuţia încărcării orizontale depinde de rigiditatea diafragmei. Conlucrarea spaţială a diafragmelor verticale de diverse forme în planul clădirii este asigurată de diafragme orizontale-planşee, suficient de rigide pentru ca deplasările prin translaţie şi rotaţie ale tuturor elementelor verticale să fie egale.

1. Rigiditatea diafragmelor

La clădirile cu diafragme verticale aşezate nesimetric şi de formă oarecare, centrul de rigiditate nu corespunde cu centrul de greutate. Să considerăm cazul unei clădiri cu diafragme aşezate nesimetric în plan (fig. 1). Caracteristic este faptul că parterul clădirii se compune din diafragme care, în secţiune, au forma de „I" „T" „L" „U" etc. şi că există un punct de răsucire a întregii structuri, denumit centru de rigiditate (centru de răsucire).

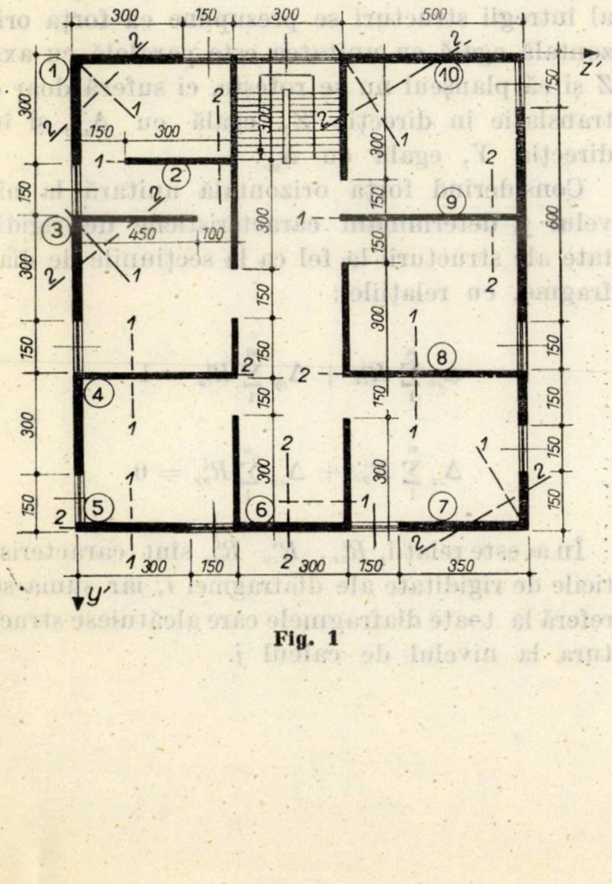


Fig. 1

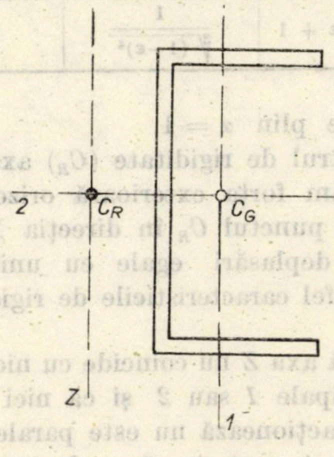


Fig. 2

Pentru fiecare secţiune de diafragmă se determină centrul de greutate (C_G) şi centrul de răsucire (C_R), calculîndu-se momentele de inerţie I_1 şi I_2 după axele principale *1* şi *2* (fig. 2). Pe înălţimea unui nivel h, deplasările sînt Δ_1 şi Δ_2, după direcţia *1* şi *2*.

Deplasările Δ_1 şi Δ_2 se efectuează prin forţele P_1 şi P_2, aplicate în centrul de răsucire (C_R) al diafragmei :

$$P_1 = \frac{I_1}{K} \cdot \Delta_1 ; \qquad P_2 = \frac{I_2}{K} \cdot \Delta_2$$

unde : coeficientul K este o caracteristică a diafragmei

$$K = \frac{\alpha \cdot h^3}{3E}$$

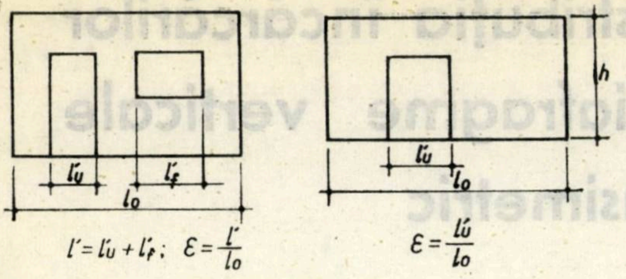


Fig. 3

E — modulul de elasticitate al materialului din care este alcătuită diafragma;
h — înălţimea etajului;
α — influenţa de goluri din diafragma verticală; $\alpha = f(\varepsilon)$
ε — raportul dintre lăţimea golului şi lungimea diafragmei (fig. 3 şi tabela 1).

Tabela 1

ε	$\leqslant 0{,}55$	$0{,}55 > \varepsilon \leqslant 0{,}7$	$0{,}7$
α	$3{,}46\,\varepsilon + 1$	$\frac{1}{\sqrt[3]{(1-\varepsilon)^4}}$	0

Pentru perete plin $\alpha = 1$.

Luînd în centrul de rigiditate (C_R) axele Y şi Z, determinăm forţa exterioară orizontală care deplasează punctul C_R în direcţia Y sau în direcţia Z, deplasări egale cu unitatea, obţinîndu-se astfel caracteristicile de rigiditate ale diafragmei.

Considerăm că axa Z nu coincide cu nici una din axele principale *1* sau *2* şi că nici forţa exterioară care acţionează nu este paralelă cu axa Z, atunci forţa exterioară se descompune

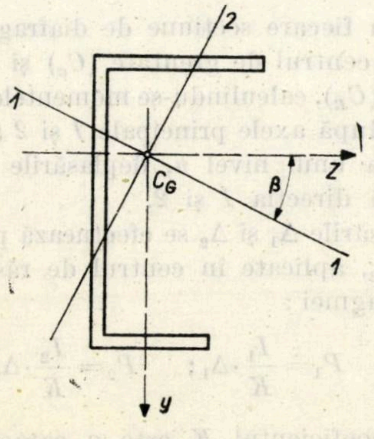


Fig. 4

în componentele R_{zz} şi R_{zy}, pe axa Z, respectiv axa Y. Notăm cu β unghiul dintre axa Z şi axa principală *1*. Atunci, axa Z este deplasată cu (cos β) faţă de axa *1* şi cu (—sin β) faţă de axa Z, determinînd forţele care acţionează după direcţiile principale *1* şi *2* (fig. 4):

$$Q_{z1} = \frac{I_2}{K} \cdot \cos\beta ; \qquad Q_{z2} = -\frac{I_1}{K} \cdot \sin\beta .$$

Trecerea de la axele principale *1* şi *2* la axele Z şi Y se efectuează prin relaţiile:

$$R_{zz} = Q_{z1}\cos\beta - Q_{z2}\cdot\sin\beta = \frac{1}{K}(I_1\sin^2\beta + I_2\cos^2\beta)$$

$$R_{zy} = Q_{z1}\sin\beta + Q_{z2}\cdot\cos\beta = \frac{\cos\beta\cdot\sin\beta}{K}(I_1 - I_2). \tag{1.a}$$

Pentru deplasarea lui C_R în direcţia Y vor apare componentele: R_{yy} şi R_{yz}, determinate cu relaţiile:

$$R_{yy} = \frac{1}{K}(I_1\cos^2\beta + I_1\sin^2\beta)$$

$$R_{yz} = -\frac{\cos\beta\cdot\sin\beta}{K}(I_1 - I_2). \tag{1.b}$$

Caracteristicile de rigiditate ale secţiunii diafragmei sînt: R_{zz}; R_{zy}; R_{yy} şi R_{yz}.

2. Centrul de rigiditate al structurii

Pentru determinarea centrului de rigiditate al întregii structuri se presupune că forţa orizontală egală cu unitatea este paralelă cu axa Z şi că planşeul nu se roteşte, ci suferă doar o translaţie în direcţia Z, egală cu Δ_{zz}, şi în direcţia Y, egală cu Δ_{yy}.

Considerînd forţa orizontală unitară la nivelul j, determinăm caracteristicile de rigiditate ale structurii la fel ca la secţiunile de diafragme, cu relaţiile:

$$\Delta_{zz}\sum_1^n R^i_{zz} + \Delta_{zy}\sum_1^n R^i_{zy} = 1$$

$$\Delta_{zz}\sum_1^n R^i_{yz} + \Delta_{zy}\sum_1^n R^i_{yy} = 0$$

În aceste relaţii, R^i_{zz}, R^i_{zy} R^i_{yy} sînt caracteristicile de rigiditate ale diafragmei i, iar suma se referă la toate diafragmele care alcătuiesc structura la nivelul de calcul j.

Notăm :

$$A = \sum R^i_{zz}; \quad B = \sum R^i_{yy}; \quad C = \sum R^i_{zy};$$
$$D = A \cdot B - C^2. \tag{2}$$

Din sistemul de ecuații se determină deplasările :

$$\Delta_{zz} = \frac{B}{D}; \quad \Delta_{zy} = -\frac{C}{D}.$$

Cunoscînd, pentru forța orizontală unitară paralelă cu axa Z, deplasările Δ_{zz} și Δ_{zy}, repartizarea pe diafragma i a forței orizontale unitare după direcția Z și Y este :

$$P^i_{zz} = \Delta_{zz} R^i_{zz} + \Delta_{zy} R^i_{zy} = \frac{1}{D}\,(B \cdot R^i_{zz} - C \cdot R^i_{zy})$$

$$P^i_{zy} = \Delta_{zz} R^i_{zy} + \Delta_{zy} R^i_{yy} = \frac{1}{D}\,(B \cdot R^i_{zy} - C \cdot R^i_{yy}),$$

forțe care sînt în echilibru cu forțele exterioare.

La fel se determină repartizarea forței orizontale pe o diafragmă i dacă forța este paralelă cu axa Y, calculînd deplasările cu relația :

$$\Delta_{yy} = \frac{A}{D}; \quad \Delta_{yz} = -\frac{C}{D}$$

și repartizările, cu relația :

$$P^i_{yy} = \frac{1}{D}\,(A \cdot R^i_{yy} - C \cdot R^i_{zy})$$

$$P^i_{yz} = \frac{1}{D}\,(A \cdot R^i_{zy} - C . R^i_{zz}).$$

Repartizarea forței orizontale unitare la pereți este în echilibru cu forța orizontală unitară ce acționează în centrul de rigiditate al structurii (fig. 5), obținînd :

$$\sum_1^n (Z'_i \cdot P^i_{zy} - Y'_i \cdot P^i_{zz}) = Y'_c \cdot 1$$

$$Y'_c = \frac{B}{D}\left[\sum_1^n Y'_i \cdot R^i_{zz} - \sum_1^n Z'_i \cdot R^i_{zy}\right] + \frac{C}{D}\left[\sum_1^n Z'_i \cdot R^i_{yy} - \sum_1^n Y'_i \cdot R^i_{yy}\right]; \tag{3.a}$$

analog se obține :

$$Z'_c = \frac{A}{D}\left[\sum_1^n Z'_i \cdot R^i_{yy} - \sum_1^n Y'_i \cdot R^i_{yz}\right] + \frac{C}{D}\left[\sum_1^n Y'_i \cdot R^i_{zz} - \sum_1^n Z'_i \cdot R^i_{yz}\right]. \tag{3.b}$$

Prin valorile Y'_c și Z'_c determinăm coordonatele centrului de rigiditate (C_R).

Considerînd că în planul planșeului acționează un moment ($M_{CR} = 1$ tm) unitar și că sub acțiunea acestuia planșeul indeformabil

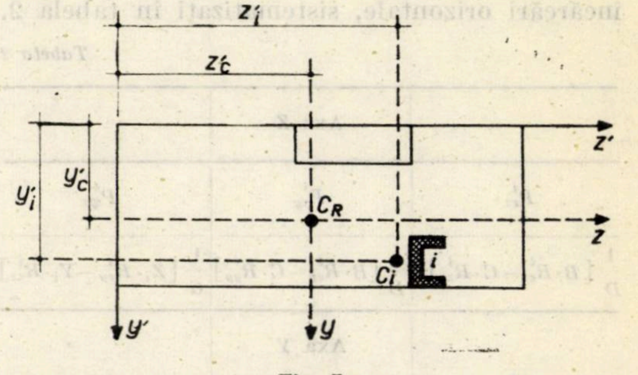


Fig. 5

se rotește în jurul punctului C_R cu unghiul φ, deplasarea în direcția Z va fi φ_{zi}, iar în direcția Y va fi φ_{yi} pentru diafragma i.

Repartizarea încărcării din momentul unitar la diafragme este în echilibru cu momentul unitar care produce rotirea planșeului indeformabil cu unghiul φ, obținîndu-se :

$$Z_i \cdot P^i_{\varphi y} - Y_i \cdot P^i_{\varphi z} =$$
$$= \varphi\left[\sum_1^n Y_i^2 \cdot R^i_{zz} - 2\sum_1^n Z_i \cdot Y_i \cdot R^i_{zy} + \sum_1^n Z_i^2 \cdot R^i_{yy}\right] = 1.$$

Notăm :

$$G = \sum_1^n Y_i^2 \cdot R^i_{zz} - 2\sum_1^n Z_i \cdot Y_i \cdot R^i_{zy} + \sum_1^n Z_i^2 \cdot R^i_{yy},$$

atunci :

$$Z_i \cdot P^i_{\varphi y} - Y_i \cdot P^i_{\varphi z} = \varphi \cdot G = 1. \tag{4}$$

Rotirea planșeului pentru un moment unitar este egală cu $\varphi = \frac{1}{G}$, de unde relațiile :

$$P^i_{\varphi z} = \frac{1}{G}\,[Z_i \cdot R^i_{zy} - Y_i \cdot R^i_{zz}]$$

$$P^i_{\varphi y} = \frac{1}{G}\,[Z_i \cdot R^i_{yy} - Y_i \cdot R^i_{zy}].$$

Repartizarea încărcării din momentul unitar la diafragme datorită rotirii cu unghiul φ a planșeului indeformabil în planul său se calculează cu relația :

$$P^i_{\varphi z} = \varphi\,(Z_i \cdot R^i_{zy} - Y_i \cdot R^i_{zz})$$

$$P^i_{\varphi y} = \varphi\,(Z_i \cdot R^i_{yy} - Y_i . R^i_{zy})$$

unde :

$Z_i = Z'_i - Z'_c$ şi $Y_i = Y'_i - Y'_c$ pentru diafragma i.

Pentru o încărcare dată ce acţionează orizontal asupra clădirii, valorile P^i_{zz}, P^i_{yz}, $P^i_{\varphi z}$, după direcţia Z, şi P^i_{yy}, P^i_{zy}, $P^i_{\varphi y}$, după direcţia Y, sînt coeficienţi de repartiţie pentru încărcări orizontale, sistematizaţi în tabela 2.

Tabela 2

	Axa Z	
P^i_{zz}	P^i_{zy}	$P^i_{\varphi z}$
$\frac{1}{D}[B \cdot R^i_{zz} - C \cdot R^i_{zy}]$	$\frac{1}{D}[B \cdot R^i_{zy} - C \cdot R^i_{yy}]$	$\frac{1}{G}[Z_i \cdot R^i_{zy} - Y_i \cdot R^i_{zz}]$
	Axa Y	
P^i_{yy}	P^i_{yz}	$P^i_{\varphi y}$
$\frac{1}{D}[A \cdot R^i_{yy} - C \cdot R^i_{zz}]$	$\frac{1}{D}[A \cdot R^i_{yy} - C \cdot R^i_{zy}]$	$\frac{1}{G}[Z_i \cdot R^i_{yy} - Y_i \cdot R^i_{zy}]$

Verificarea calculelor se face cu relaţiile :

$$\sum_1^n P^i_{zz} = \sum_1^n P^i_{yy} = 1$$

$$\sum_1^n P^i_{yz} = \sum_1^n P^i_{zy} = \sum_1^n P^i_{\varphi y} = \sum_1^n P^i_{\varphi z} = 0.$$

3. Modul de calcul

a) Stabilirea pe planul clădirii a formei diafragmei şi numerotarea diafragmelor.

b) Stabilirea caracteristicilor geometrice pentru fiecare diafragmă.

c) Determinarea caracteristicilor de rigiditate pentru fiecare diafragmă (relaţiile 1.a şi 1.b).

d) Determinarea coeficienţilor de calcul : A, B, C, D (relaţia 2).

e) Determinarea coordonatelor centrului de rigiditate al structurii : Y'_c şi Z'_c (relaţiile 3.a şi 3.b), precum şi coordonatele fiecărei diafragme faţă de centrul de rigiditate : Z_i şi Y_i.

f) Determinarea unghiului de rotire φ (relaţia 4).

g) Determinarea coeficienţilor de repartiţie pentru încărcarea orizontală (după relaţiile din tabela 2).

h) Determinarea rezultantei încărcărilor orizontale (R_{vj}) la nivelul de calcul j :

$$R_{vj} = p \cdot L \cdot h_j$$

unde :

p = presiunea de calcul a vîntului ;

L = lungimea de clădire pe care acţionează presiunea vîntului ;

h_j = înălţimea etajului.

i) Determinarea momentului dat de rezultanta R_{vj}, care acţionează în planul planşeului :

$$M_{CR} = R_{vj} \cdot d$$

unde :

$$d = Z'_c - \frac{L_z}{2} \text{ dacă } R_{vj} \parallel \text{axa } Y$$

$$d = Y'_c - \frac{L_y}{2} \text{ dacă } R_{vj} \parallel \text{axa } Z$$

sau dacă R_{vj} este de o direcţie oarecare, se determină valoarea lui d ca în figura 6, cunoscînd unghiul γ de acţiune al forţei orizontale faţă de planul vertical al clădirii.

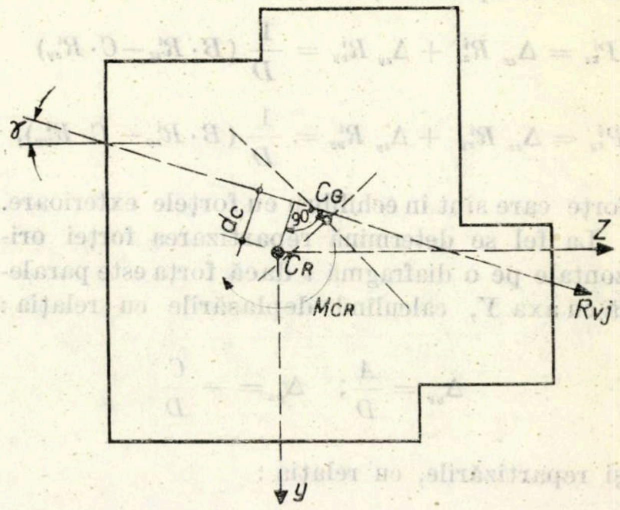


Fig. 6

j) Repartizarea încărcării orizontale la diafragmele verticale după direcţiile de bază Z şi Y se face cu relaţia :

$$R^i_{vz} = P^i_{zz} \cdot R_z + P^i_{yz} \cdot R_y + P^i_{\varphi z} \cdot M_{CR}$$

$$R^i_{vy} = P^i_{zy} \cdot R_z + P^i_{yy} \cdot R_y + P^i_{\varphi y} \cdot M_{CR}$$

unde :

R_z şi R_y sînt proiecţia rezultantei forţelor orizontale R_{vj} după direcţiile Z şi Y.

Se calculează la diafragma i forţele orizontale aferente pentru fiecare nivel.

k) Determinarea forţelor tăietoare T^i_{yj}, respectiv T^i_{zj}, şi a momentelor încovoietoare M^i_{yj}, respectiv M^i_{zj}, pentru diafragma (i) după direcţiile Y şi Z la fiecare nivel (j).

Notă : prin i se notează numărul diafragmei şi prin j numărul nivelului.

4. Exemplu de calcul

Clădire de locuit P + 6 E, realizată cu diafragme verticale din beton de zgură expandată B 75, avînd grosimea de 30 cm şi înălţimea etajului h = 3,00 m.

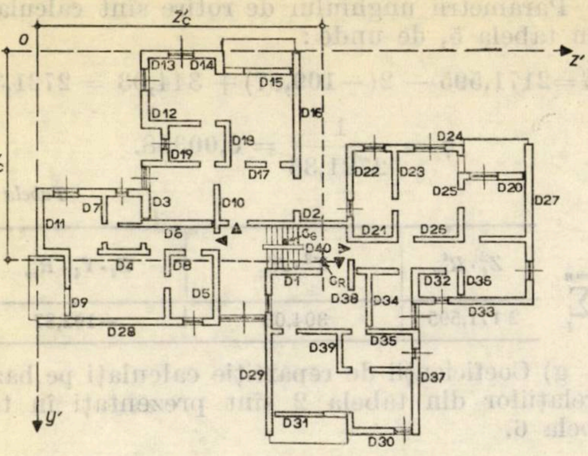


Fig. 7

Tabela 3

Diafragma „i"	Momente de inerţie faţă de axa „1" şi „2"	
	I_1	I_2
1	1,3047	0,0147
2	0,6136	0,0117
3	0,6106	17,2106
4	0,3815	0,0114
5	3,3672	0,1900
6	0,5280	0,0044
7	0,7295	0,3515
8	0,8865	0,0405
9	0,1780	0,0015
10	0,8306	0,0425
11	0,6753	0,0299
12	1,6846	0,0473
13	0,8989	0,0522
14	0,2917	0,0557
15	0,018	0,0007
16	6,8432	0,0318
17	0,0102	0,0016
18	1,2709	0,0079
19	0,3200	0,0750
20	0,3100	0,0018
21	0,1780	0,0015
22	0,5507	0,0187
23	0,3936	0,2256
24	0,0222	0,0024
25	0,3062	0,0122
26	0,2273	0,0397
27	7,4295	0,2295
28	1,6647	0,0477
29	7,5876	0,3076
30	0,1422	0,0094
31	0,0845	0,0035
32	0,1009	0,0247
33	4,9607	0,1307
34	1,0776	0,2322
35	0,1276	0,0120
36	0,0820	0,0013
37	0,6624	0,2623
38	0,2940	0,0012
39	0,0684	0,0013
40	0,2600	0,0021

Rezolvarea:

a) Forma şi numerotarea diafragmelor sînt prezentate în figura 7.

b) Caracteristicile geometrice pentru fiecare diafragmă sînt calculate în tabela 3.

c) Caracteristicile de rigiditate sînt calculate în tabela 4.

d) Coeficienţii auxiliari de calcul:

$$A = 32{,}012\,;\quad B = 35{,}325\,;\quad C = 3{,}247\,;$$

$$D = 1\,149{,}45$$

Tabela 4

Diafragma „i"	Z'_i	Y'_i	R^i_{zz}	R^i_{yy}	R^i_{zy}
—	m.	m.	—	—	—
1	0	7,30	0,131	1,186	0,368
2	1,75	11,10	0,614	0,012	0
3	7,10	14,90	17,052	0,667	0,992
4	4,77	11,18	0,381	0,012	0
5	1,00	11,65	0,207	3,331	−0,297
6	7,10	10,05	0,004	0,528	0
7	4,00	7,30	0,286	0,323	0,106
8	9,20	9,77	0,866	0,058	0,119
9	6,10	8,55	0,0015	0,178	0
10	8,30	7,65	0,043	0,831	0
11	6,07	4,55	0,095	0,371	0
12	6,00	0	0,047	1,685	0
13	11,47	4,55	0,052	0,899	0
14	10,10	0	0,190	0,047	−0,011
15	12,63	5,65	0,018	0,001	0
16	14,00	5,65	0,032	6,843	0
17	14,30	7,60	0,002	0,010	0
18	15,80	8,50	1,270	0,008	0
19	17,30	10,93	0,280	0,114	−0,127
20	12,82	8,55	0,31	0,002	0
21	19,50	9,98	0,001	0,178	0
22	17,30	5,43	0,022	0,548	0,041
23	19,50	5,43	0,228	0,396	−0,114
24	22,70	5,43	0,022	0,002	0
25	22,70	7,43	0,013	0,305	0,09
26	22,65	10,93	0,152	0,115	0,092
27	25,65	10,93	0,299	7,328	0,708
28	13,10	11,40	1,665	0,047	0
29	13,10	14,70	0,321	7,558	0,414
30	16,65	15,67	0,013	0,139	−0,029
31	16,50	18,40	0,085	0,004	0
32	17,10	19,40	0,110	0,026	−0,035
33	21,20	19,40	0,948	0,095	0,317
34	18,55	11,40	0,232	1,078	0
35	21,15	11,40	0,012	0,126	−0,023
36	23,60	12,15	0,001	0,082	0
37	26,30	13,15	4,642	0,318	0,576
38	19,80	14,90	0,294	0,001	0
39	16,40	14,90	0,068	0,001	0
40	19,95	15,67	0,260	0,002	0
Σ	—	—	32,012	35,325	3,247

e) Coordonatele centrului de rigiditate al structurii:

$$Z'_c = \frac{32,012}{1\,149,45}[495,65 - 42,548] + \frac{3,247}{1\,149,45}[479,04 - 52,499] = 13,9 \text{ m}$$

$$Y'_c = \frac{35,325}{1\,149,45}[479,04 - 52,499] + \frac{3,247}{1\,149,45}[495,65 - 42,548] = 14,30 \text{ m}.$$

f) Unghiul de rotire.

Parametrii unghiului de rotire sînt calculaţi în tabela 5, de unde:

$$G = 2171,595 - 2(-109,87) + 344,03 = 2721,36$$

$$\varphi = \frac{1}{2721,36} = 0,00368.$$

Tabela 5

	$Z_i^2 \cdot R_{yy}^i$	$Y^2 \cdot R_{zz}^i$	$Z_i \cdot Y_i \cdot R_{zy}^i$
$\sum_{i=1}^{i=n}$	2 171,595	304,03	−102,87

g) Coeficienţii de repartiţie calculaţi pe baza relaţiilor din tabela 2 sînt prezentaţi în tabela 6.

Tabela 6

i	$P_{zz}^i \cdot 10^{-3}$	$P_{yy}^i \cdot 10^{-3}$	$P_{zy}^i \cdot 10^{-3}$	$P_{yz}^i \cdot 10^{-3}$	$P_{\varphi z}^i \cdot 10^{-3}$	$P_{\varphi y}^i \cdot 10^{-3}$
1	2,94	31,800	+ 7,96	+ 9,83	− 1,55	− 5,130
2	18,85	0,325	− 0,036	− 1,691	+ 0,722	− 0,0538
3	520,20	15,90	+ 28,65	− 20,50	− 16,97	− 5,125
4	11,60	0,288	− 0,029	− 1,01	+ 0,438	− 0,0403
5	7,02	93,75	− 16,70	− 6,76	+ 1,295	− 16,10
6	0,128	14,70	− 1,41	− 0,0117	+ 0,0063	− 1,32
7	8,10	9,40	+ 2,175	+ 1,99	+ 0,350	− 0,905
8	26,30	1,18	+ 3,32	+ 0,872	+ 1,240	+ 0,0986
9	5,48	0,039	− 0,0386	− 0,474	+ 0,036	− 0,512
10	1,32	23,20	− 2,220	− 0,113	+ 0,105	− 1,71
11	2,90	10,50	− 0,990	− 0,25	+ 0,342	− 0,933
12	1,37	46,80	− 4,50	− 0,126	+ 0,247	− 4,89
13	1,51	25,00	− 2,40	− 0,139	+ 0,186	− 0,803
14	5,83	1,35	− 0,446	− 0,798	+ 1,015	− 0,123
15	0,52	0,19	− 0,00187	− 0,048	+ 0,0574	− 0,00037
16	0,926	174,50	− 17,80	− 0,0905	+ 0,102	+ 0,252
17	0,046	0,29	− 0,463	− 0,0043	+ 0,0048	+ 0,00147
18	39,00	0,205	− 0,0216	− 3,38	+ 2,71	+ 0,00503
19	8,95	3,520	− 4,04	− 4,05	+ 0,188	− 0,147
20	5,45	0,047	-- 0,0048	− 0,876	+ 0,238	+ 0,0009
21	8,96	0,039	− 0,004	− 0,475	+ 0,655	− 0,369
22	0,525	15,080	+ 1,05	+ 1,020	+ 0,1215	+ 0,824
23	7,33	11,350	− 4,57	− 3,810	+ 0,510	+ 0,445
24	0,642	0,065	− 0,00657	− 0,0593	+ 0,718	+ 0,0065
25	0,338	8,450	− 0,54	+ 0,333	+ 0,327	+ 1,21
26	4,25	2,860	+ 2,48	+ 2,110	+ 0,485	+ 0,484
27	6,95	201,00	+ 0,998	+ 18,85	+ 3,450	+ 32,60
28	51,10	1,255	− 0,127	− 4,44	+ 1,780	+ 0,0102
29	8,77	209,00	− 8,28	+ 10,70	− 0,168	− 2,285
30	0,437	3,83	− 0,985	− 0,598	− 0,036	+ 0,195
31	2,44	0,097	− 0,01	− 0,225	− 0,128	+ 0,0038
32	3,37	0,778	− 1,08	− 1,210	− 0,248	+ 0,370
33	1,885	98,0	− 0,1065	+ 8,10	− 5,710	− 0,34
34	7,13	30,2	− 2,87	− 0,618	+ 0,248	+ 1,84
35	3,56	3,47	− 0,998	− 0,980	− 0,052	+ 0,312
36	0,033	2,16	− 0,0218	− 0,00301	+ 0,0007	+ 0,263
37	140,80	6,98	+ 16,850	+ 2,7650	+ 4,600	+ 1,690
38	9,05	0,032	− 0,0317	+ 0,683	− 0,0647	+ 0,00221
39	2,298	0,299	− 0,0465	− 0,182	− 0,0151	+ 0,0092
40	7,93	0,056	− 0,0056	− 0,693	− 0,131	+ 0,0045
Σ′	0,93635	1,04820	− 0,006802	+ 0,00232	− 0,0035	+ 0,00517
E.C.	+0,06365	−0,04820	+ 0,006802	− 0,00232	+ 0,0035	− 0,00517
Σ	1,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,0000	0,00000

Tabela 7

Diafragma i	R^i_{vz}	R^i_{vy}
1	−20,9	234,20
2	+141,2	2,38
3	2 950,0	1 290,70
4	85,8	2,16
5	79,1	687,50
6	0,994	114,62
7	62,73	72,93
8	203,00	10,40
9	36,70	−2,65
10	11,21	188,06
11	27,72	81,88
12	15,16	360,57
13	14,62	204,33
14	64,20	10,58
15	4,86	1,57
16	8,67	1 449,47
17	0,423	2,46
18	323,80	1,73
19	63,10	29,11
20	41,63	0,39
21	75,30	−1,82
22	16,62	129,78
23	50,84	97,09
24	22,72	0,57
25	10,64	77,35
26	40,11	26,62
27	134,29	1 859,10
28	378,10	10,38
29	52,77	1 724,75
30	27,472	33,93
31	12,58	0,83
32	15,53	8,62
33	10,83	813,02
34	52,79	261,70
35	21,86	4,69
36	0,39	19,52
37	127,95	67,83
38	57,13	0,28
39	14,51	2,54
40	48,22	0,49

Notă: „R^i_{vz}" şi „R^i_{vy}" în kgf.

h) Încărcarea orizontală se consideră din vînt: $p = 108$ kg/m².

Rezultanta încărcării orizontale din vînt s-a determinat în două ipoteze:

— cînd p_v acţionează după axa Z, considerîndu-se lungimea de clădire bătută de vînt egală cu: $L_y = 20{,}70$ m,

$$R_z = 108 \times 20{,}70 \times 3{,}0 = 6{,}52 \text{ t};$$

— cînd p_v acţionează după axa Y, considerîndu-se lungimea de clădire bătută de vînt egală cu: $L_z = 26{,}40$ m,

$$R_y = 108 \times 26{,}40 \times 3{,}0 = 8{,}32 \text{ t}.$$

i) Distanţa dintre centrul de rigiditate (CR) al structurii şi centrul geometric pentru cele două cazuri:

Ipoteza R_z:

$$d_y = Y'_c - \frac{L_y}{2} = 14{,}30 - \frac{20{,}70}{2} = 3{,}95 \text{ m}$$

Ipoteza R_y:

$$d_z = Z'_c - \frac{L_z}{2} = 13{,}90 - \frac{26{,}40}{2} = 0{,}70 \text{ m}.$$

j) Repartizarea încărcărilor orizontale la diafragmele verticale.

Ipoteza R_z:

$R_{vz} = P^i_{zz} \cdot R_z + P^i_{\varphi z} M_{CR}$ — valoare maximă inclusă în tabela 7.

Ipoteza R_y:

$R^i_{vy} = P^i_{vy} \cdot R_y + P^i_{\varphi y} M_{CR}$ — valoare maximă inclusă în tabela 7.

Cu aceste valori maxime ale forţelor orizontale se calculează pentru fiecare diafragmă momentele încovoietoare şi forţele tăietoare.

*

Metoda prezentată se recomandă pentru calculul construcţiilor în zone seismice, deoarece evită efectul defavorabil de supraîncărcare prin torsiune a diafragmelor verticale la o distribuţie asimetrică în planul clădirii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mîrşu Ovidiu: *Structuri de beton armat.* Institutul politehnic Timişoara, 1966.

]2] Hangan M.: *Construcţii de beton armat.* Ed. Tehnică, Bucureşti, 1963.

[3] Lyn T. Y.: *Lateral Force Distribution in a Concrete Building Story.* Journal of the ACI, 4/1951.

[4] Sahlin S.: *Structural interaction of walls and floor slabs.* Journal of the ACI, 4/1959.

[5] Sándor K.: *Vízszintes erőkkel terhelt teherhordófalas épületek számítása.* Magyar Építőipar, nr. 12/1962.

CONSIDERAŢII PRIVIND INSTALAŢIILE DE PARATRĂSNET PENTRU CONSTRUCŢIILE CIVILE ŞI INDUSTRIALE

Ing. M. DUMITRESCU

Intreprinderea de instalaţii Bucureşti

Scopul prevederii unor instalaţii de paratrăsnet la construcţiile civile şi industriale se poate defini în mod general astfel:

— protecţia clădirilor, a persoanelor şi a obiectelor din interiorul clădirilor;

— protecţia persoanelor din apropierea clădirilor, bineînţeles în anumite limite;

— protecţia persoanelor şi a obiectelor din clădirile vecine şi care sînt legate de acestea prin conductoare electrice, ca, de exemplu, reţele electrice de joasă tensiune sau reţele telefonice.

Fenomenul căderii unei lovituri de trăsnet asupra unei clădiri prevăzute cu o instalaţie de paratrăsnet prezintă următoarele faze:

1. Trecerea curentului de descărcare, de la canalul de descărcare din atmosferă la reţeaua de captare sau la piesele metalice de captare ale instalaţiei de paratrăsnet.

2. Trecerea curentului de descărcare prin conductoarele de coborîre către priza de pămînt a instalaţiei de paratrăsnet.

3. Trecerea curentului de descărcare în pămînt, prin intermediul prizei de pămînt a instalaţiei de paratrăsnet.

În cele trei faze enumerate mai sus, curentul de descărcare produce căderi de tensiune, şi anume:

— O cădere de tensiune în arcul electric care se formează la piesele metalice de captare şi care se ridică la 10—20 volţi. Această cădere de tensiune prezintă importanţă numai din punctul de vedere al efectelor termice pe care le produce arcul electric asupra pieselor metalice de captare.

— O cădere de tensiune inductivă de-a lungul conductoarelor de coborîre, care depăşeşte foarte mult căderea de tensiune ohmică în aceste conductoare, care sînt confecţionate din oţel sau cupru de secţiune corespunzătoare.

— O cădere de tensiune în priza de pămînt, care depinde de numărul electrozilor, de rezistivitatea electrică a solului, ca şi de omogenitatea lui.

Instalaţia de paratrăsnet care protejează construcţiile civile şi industriale trebuie să corespundă normativelor în vigoare, fiind astfel concepută încît din punctul de vedere electric să nu apară diferenţe de tensiune periculoase pentru persoane şi să nu se producă scîntei sau arc electric, care să ducă la amorsarea unor incendii sau explozii.

Obţinerea unor astfel de rezultate justifică montarea unor instalaţii de paratrăsnet la construcţiile respective.

★

În fig. 1*a* se prezintă schematic o clădire a cărei instalaţie de paratrăsnet se compune dintr-un conductor de captare, două conductoare de coborîre cu o lungime fiecare l şi o priză de pămînt R_p dispusă în jurul clădirii.

În fig. 1*b* este prezentată evoluţia primei părţi a unei descărcări date de trăsnet, şi anume $i = f(t)$, astfel cum aceasta a rezultat din mai multe oscilograme înregistrate în diferite staţii de cercetări.

Se observă din fig. 1*b* că valoarea curentului descărcării date de trăsnet crește în cîteva microsecunde la valoarea sa maximă.

Parametrii caracteristici ai unui trăsnet sînt:

— i = valoarea maximă a curentului, exprimată în KA

— p = panta de creștere, respectiv viteza de creștere a curentului pe fruntea undei, exprimată în KA/μs

Se precizează că panta de creștere a curentului pe fruntea undei determină căderile de tensiune inductive de-a lungul conductoarelor de coborîre ale instalației de paratrăsnet.

În tabela 1 s-au înscris parametrii caracteristici a două trăsnete tipice, ca și datele principale a două instalații de paratrăsnet.

În tabela 1 se observă, de asemenea, că s-au admis două instalații de paratrăsnet la care diferă numai valoarea rezistenței de trecere a prizelor de pămînt; una din prizele de pămînt are valoarea 1 ohm (priză bună), iar cealaltă are valoarea 20 ohmi (priză necorespunzătoare).

Lungimea conductoarelor de coborîre este de 15 m, fiecare conductor avînd o inductanță proprie totală de 20 μH ($L_1 = L_2 = 20$ μH).

Cu aceste date există posibilitatea de a se calcula aproximativ potențialul în fiecare punct de pe conductorul de coborîre al instalației de paratrăsnet.

Se notează cu Z distanța dintre un punct de pe conductorul de coborîre pînă la centrul de greutate al prizei de pămînt, astfel încît avem:

— pentru $Z = 0$, punctul este așezat chiar în centrul de greutate al prizei de pămînt;

— pentru $Z = l$, punctul este așezat chiar pe coama acoperișului.

Pentru un punct oarecare așezat pe conductor se poate scrie relația:

$$U = R_p \cdot i + p \cdot L_z \quad (1)$$

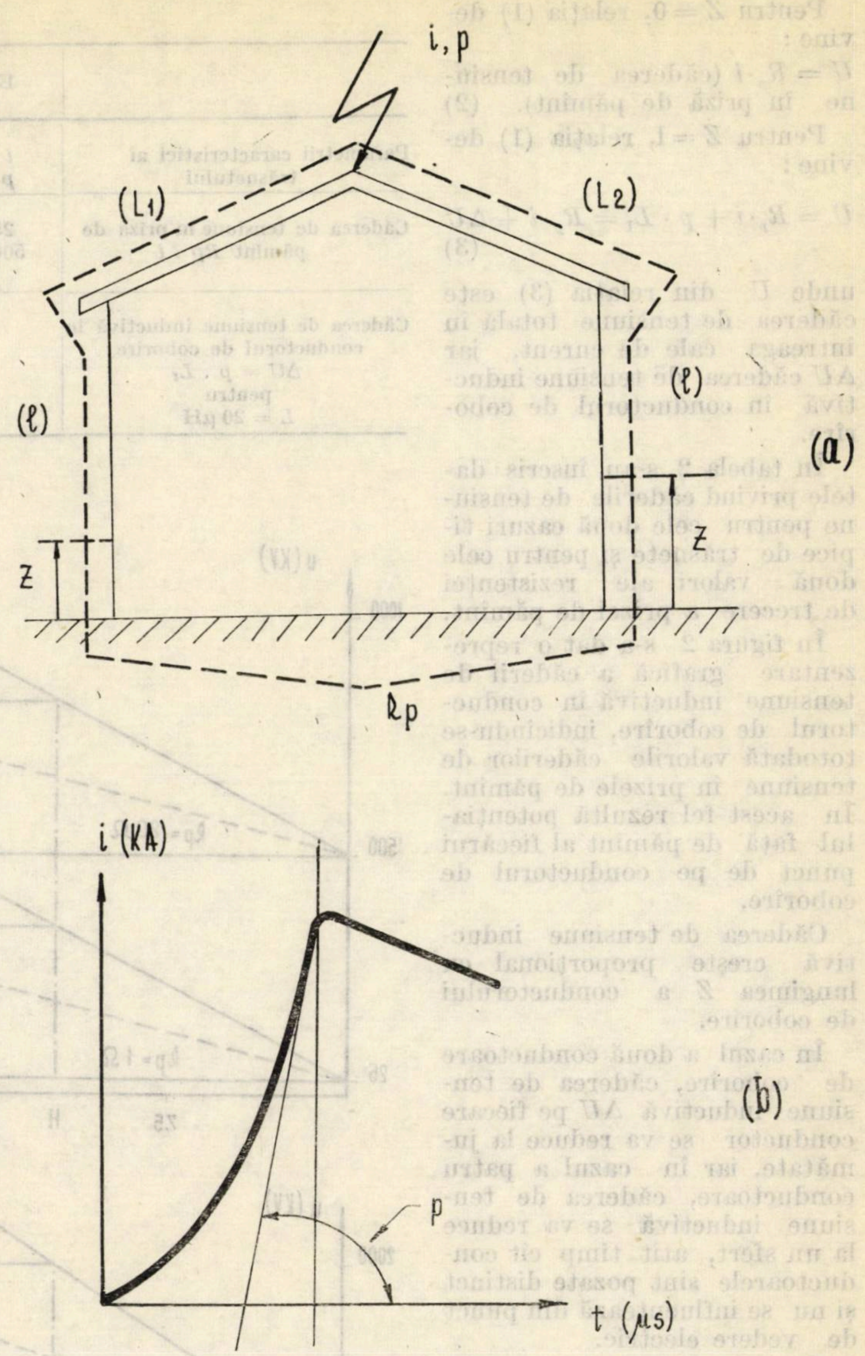


Fig. — 1 a. Elementele instalației de paratrăsnet; b. evoluția undei de descărcare a trăsnetului

Tabela 1

Trăsnet de valoare medie	Trăsnet de valoare mare
$i = 25$ KA $p = 20$ KA/μs	$i = 60$ KA $p = 50$ KA/μs
— Lungimea conductorului de coborîre: $l = 15$ m.	
— Valoarea totală a inductanței proprii a conductorului de coborîre: $L_1 = L_2 = 20$ μH	
— Priză de pămînt cu rezistență de trecere $Rp_1 = 1\ \Omega$	
— Priză de pămînt cu rezistență de trecere $Rp_2 = 20\ \Omega$	

Pentru $Z = 0$, relația (1) devine:

$U = R_p \cdot i$ (căderea de tensiune în priză de pămînt). (2)

Pentru $Z = l$, relația (1) devine:

$$U = R_p \cdot i + p \cdot L_1 = R_p \cdot i + \Delta U \quad (3)$$

unde U din relația (3) este căderea de tensiune totală în întreaga cale de curent, iar ΔU căderea de tensiune inductivă în conductorul de coborîre.

În tabela 2 s-au înscris datele privind căderile de tensiune pentru cele două cazuri tipice de trăsnete și pentru cele două valori ale rezistenței de trecere a prizei de pămînt.

În figura 2 s-a dat o reprezentare grafică a căderii de tensiune inductivă în conductorul de coborîre, indicîndu-se totodată valorile căderilor de tensiune în prizele de pămînt. În acest fel rezultă potențialul față de pămînt al fiecărui punct de pe conductorul de coborîre.

Căderea de tensiune inductivă crește proporțional cu lungimea Z a conductorului de coborîre.

În cazul a două conductoare de coborîre, căderea de tensiune inductivă ΔU pe fiecare conductor se va reduce la jumătate, iar în cazul a patru conductoare, căderea de tensiune inductivă se va reduce la un sfert, atît timp cît conductoarele sînt pozate distinct și nu se influențează din punct de vedere electric.

În același mod se reduce și potențialul față de pămînt al oricărui punct de pe conductoarele de coborîre.

În fig. 2 s-a reprezentat prin linie punctată căderea de tensiune inductivă în fiecare conductor de coborîre, în cazul cînd există două conductoare.

S-au notat, de asemenea în fig. 2, cu K_1 și K_2 potențialele care se pot transmite în exterior, de exemplu la clădiri vecine, prin intermediul cablurilor și conductelor metalice care se află așezate în pămînt. În

Tabela 2

	Exemplul *a*	Exemplul *b*
Parametrii caracteristici ai trăsnetului	$i = 25$ KA $p = 20$ KA/μs	$i = 60$ KA $p = 50$ KA/μs
Căderea de tensiune în priza de pămînt $Rp \cdot i$	25 KV ($R_p = 1\ \Omega$) 500 KV ($R_p = 20\Omega$)	60KV ($R_p = 1\Omega$) 1200KV ($R_p = 20\Omega$)
Căderea de tensiune inductivă în conductorul de coborîre $\Delta U = p \cdot L_l$ pentru $L = 20\ \mu$H	400 KV	1000 KV

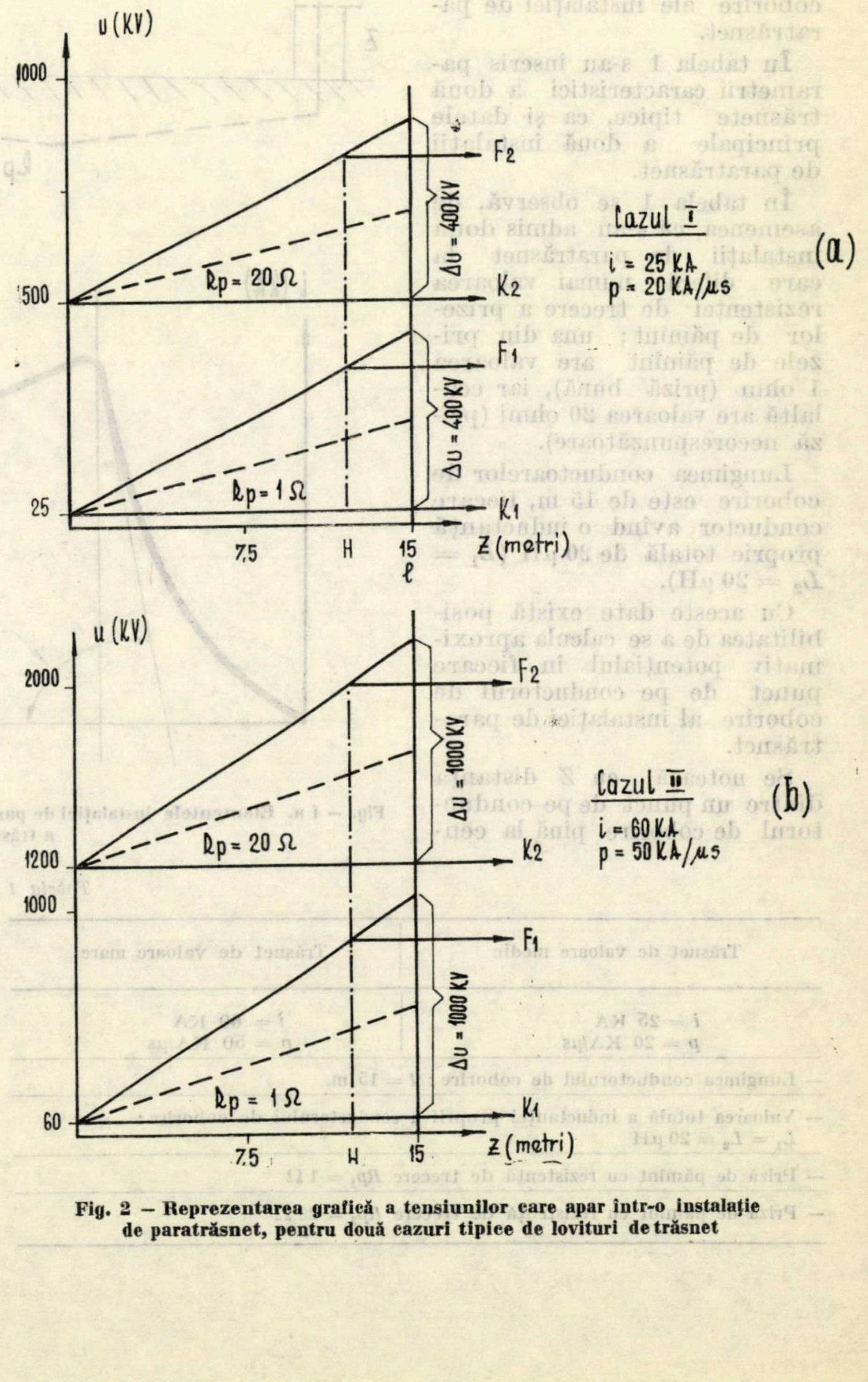


Fig. 2 – **Reprezentarea grafică a tensiunilor care apar într-o instalație de paratrăsnet, pentru două cazuri tipice de lovituri de trăsnet**

mod corespunzător s-au notat cu F_1 și F_2 potențialele care se pot transmite prin rețelele aeriene de orice fel, atunci cînd acestea vin în contact cu conductoarele de coborîre la o înălțime H față de sol.

Ținînd seama de cele de mai sus, se pot trage anumite concluzii care, în mod succint, se pot exprima astfel:

1) Pericolul provenit din loviturile de trăsnet, pentru persoanele și pentru obiectele din interiorul clădirilor, depinde, în principiu, de valoarea căderii de tensiune inductivă (ΔU) care ia naștere în conductoarele de coborîre.

2) Tensiunile periculoase din clădiri scad aproximativ în aceeași proporție cu numărul conductoarelor de coborîre așezate la o anumită distanță prescrisă.

3) Părțile metalice ale clădirilor dezvoltate mult pe verticală se vor lega la ambele capete de conductoarele de coborîre.

Burlanele pentru scurgerea apei de ploaie, confecționate din oțel sau cupru, trebuie să fie folosite în primul rînd drept conductoare de coborîre, întrucît inductanța lor proprie este în mod real mai mică decît aceea a benzilor sau barelor rotunde de oțel sau cupru.

4) Legarea între ele a tuturor pieselor metalice mari ale clădirilor, pentru a forma o adevărată rețea este, din punctul de vedere al protecției împotriva descărcărilor atmosferice, mult mai importantă chiar decît valoarea rezistenței prizei de pămînt. Cea mai bună protecție împotriva descărcărilor atmosferice se asigură prin scheletul metalic al construcțiilor sau la clădiri care sînt armate cu oțel pe toate părțile.

5) Legăturile transversale dintre conductoarele de coborîre verticale sînt eficiente mai ales atunci cînd se efectuează la nivelul acoperișului sau la nivelul solului.

6) Folosindu-se în instalațiile de paratrăsnete cel puțin patru conductoare de coborîre, care nu depășesc fiecare o lungime de 15 m, tensiunile care iau naștere în cazul clădirilor de înălțime obișnuită, ca și în cazul descărcărilor atmosferice reduse, care sînt cele mai frecvente, nu impun luarea unor măsuri speciale în scopul păstrării unor distanțe mai mari, între conductoarele de coborîre și alte instalații.

Se va avea în vedere ca toate părțile metalice ale clădirii să fie legate la o priză de pămînt.

7) Rețelele aeriene care pornesc din clădiri pot transmite întreaga tensiune, adică atît aceea datorită căderii de tensiune în priza de pămînt ($R_p \cdot i$), cît și aceea datorită căderii de tensiune inductivă (ΔU) în conductorul de coborîre, și care se culege la nivelul rețelei aeriene, atunci cînd se realizează un contact sau cînd există o distanță prea mică între conductorul de coborîre și rețea. Această tensiune periclitează atît rețeaua aeriană, cît și instalațiile sau clădirile vecine care sînt alimentate din aceeași rețea.

8) Cablurile electrice care pleacă dintr-o clădire pot transmite prin mantaua lor metalică potențialul prizei de pămînt, corespunzător căderii de tensiune în priza de pămînt, care are o valoare $R_p \cdot i$. Prin legarea mantalei metalice a cablului, la ambele capete, la cîte o priză de pămînt, se reduce într-o proporție foarte mare potențialul transmis.

9) În perioada scurgerii la pămînt a curentului de trăsnet prin instalația de paratrăsnet, la priza de pămînt a acesteia și într-o zonă adiacentă apar tensiuni mari de atingere și de pas.

Tensiunea de atingere și tensiunea de pas pot fi reduse prin micșorarea substanțială a rezistenței de trecere a prizei de pămînt. În regiuni de cîmpie, realizarea unei prize de pămînt cu rezistență redusă este mult mai ușor de efectuat decît în regiuni de munte. În cazul regiunilor de munte se va avea în vedere ca instalația de paratrăsnet să asigure valori reduse pentru căderea de tensiune inductivă din conductoarele de coborîre (ΔU).

Valori reduse pentru ΔU vor fi obținute prin sporirea numărului de conductoare de coborîre, care, la limită, împreună cu rețeaua prizelor de pămînt, formează o adevărată cușcă Faraday.

Micșorarea tensiunii de pas se poate obține mai ales prin folosirea conturului sau rețelei de pămîntare.

Conturul de pămîntare constă dintr-un sistem de prize introduse în pămînt, amplasate după conturul clădirii de protejat și legate între ele printr-un conductor (platbandă de oțel) de echipotențializare.

★

Considerațiile prezentate mai sus au urmărit să evidențieze unele aspecte importante legate de realizarea instalațiilor de paratrăsnete, de parametrii caracteristici ai trăsnetului și ai tensiunilor care apar la căderea trăsnetului.

Realizarea unor instalații de paratrăsnet cu performanțe ridicate rezultă dintr-o aplicare judicioasă a normativului în vigoare privind instalațiile de paratrăsnet la construcțiile civile și industriale. Aplicarea judicioasă a normativului rezultă dintr-un studiu aprofundat al acestuia, astfel încît prevederile acestuia să fie corect raportate la condițiile specifice ale clădirii de protejat.

Bibliografie

[1] Berger K.: *Das Grundprinzip des Blitzchutzes.* Bull. ASE nr. 6/1970

[2] Berger K.: 10 *Internationale Blitzschutz-Konferenz.* Bull. ASE nr. 4/1970

[3] Mathe B. și Cazacu Vl.: *Protecția împotriva trăsnetului a construcțiilor civile și industriale.* București, Editura tehnică, 1970.

Din trecutul de luptă al muncitorilor constructori

La începutul acestui secol, clasa muncitoare din România ajunsese să cuprindă, după unele date, 150—200 000 de oameni, iar după alte date aproximativ 270 000, prin anii 1913-1914.

Acest proces de creştere numerică a clasei muncitoare a fost un rezultat al dezvoltării industriale a ţării, dezvoltare care a continuat într-un ritm ascendent pînă la intrarea României în primul război mondial. În acei ani, construirea unui număr important de ateliere şi întreprinderi, a numeroase edificii publice şi locuinţe particulare, realizarea de noi linii de cale ferată, modernizarea unor şosele, au atras un mare număr de muncitori calificaţi şi necalificaţi, meseriaşi şi ingineri.

În această perioadă, lucrătorii din construcţii au participat la luptele proletariatului pentru cîştigarea unor revendicări economice şi politice, ei situîndu-se de multe ori în fruntea unor acţiuni.

Numeroşi lucrători tîmplari — în special cei care lucrau la binale — zidari, dulgheri, ca şi din celelalte categorii de meseriaşi din ramura construcţiilor, s-au încadrat, încă de la înfiinţarea sa în 1902, în rîndurile cercului socialist ,,România Muncitoare".

Tîmplarilor din Bucureşti, conduşi de I. C. Frimu şi Voicu Andreescu-Rîureanu, le revine meritul de a fi creat, la 22 februarie 1905, în sala de întruniri a cercului ,,România Muncitoare" din Calea Rahovei 118, primul sindicat din ţara noastră.

Steagul Societăţii constructorilor din România (1909)

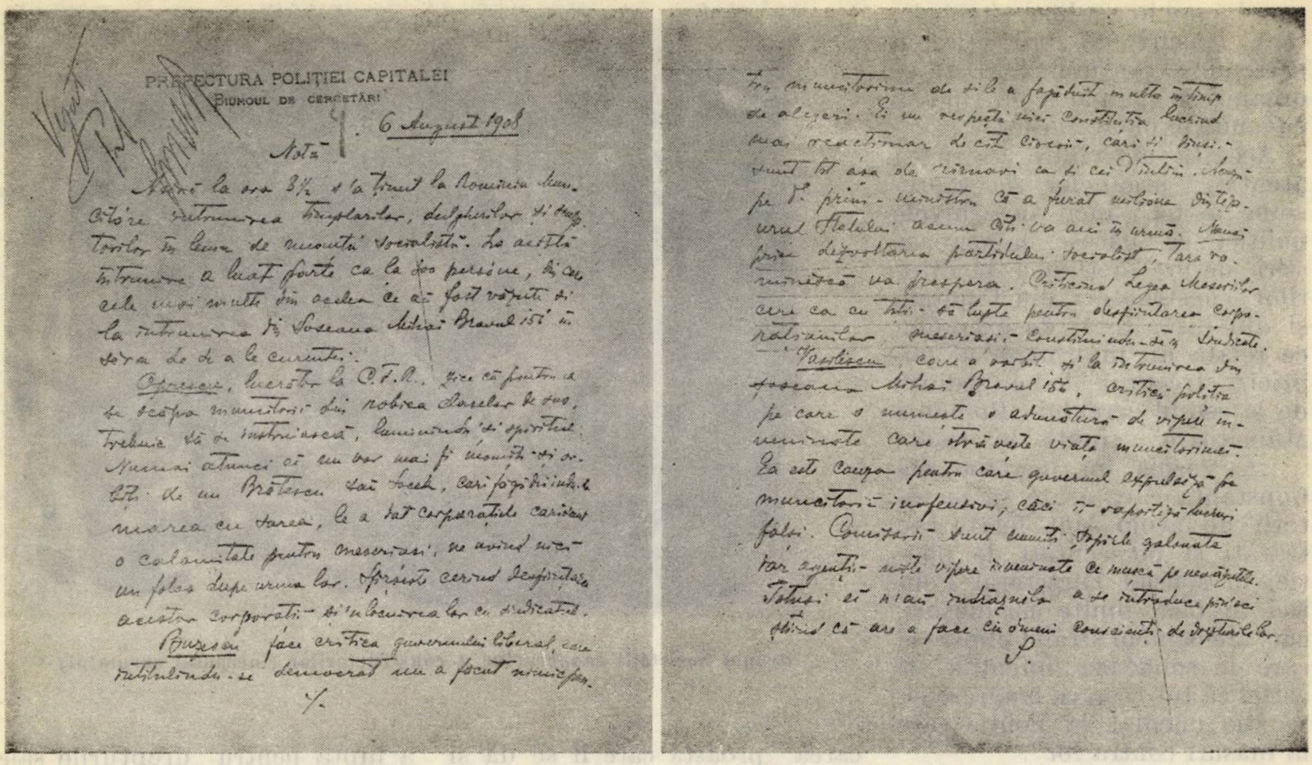
În cursul anului 1906, propaganda pentru demascarea rolului nefast al corporaţiilor — din care făceau parte şi patronii — şi organizarea muncitorilor în sindicate, a crescut în intensitate. O metodă folosită cu rezultate bune de către elementele înaintate a fost aceea a participării la întrunirile corporaţiilor. Astfel, la întrunirea corporaţiei zidarilor din ianuarie 1906 a luat cuvîntul I. C. Frimu care a cerut lucrătorilor să părăsească corporaţia şi să înfiinţeze un sindicat al lor care să le apere interesele.

În ziarul ,,Viitorul Social" din 1907 se arătau următoarele referitor la organizarea muncitorilor constructori :

,,De acum înainte toate sindicatele de la noi se vor grupa în uniuni de bresle. În fiecare uniune vor intra cîteva meserii şi industrii similare. De pildă, în Uniunea muncitorilor de construcţii vor intra zidarii, ştucatorii, dulgherii, vopsitorii, zugravii, tîmplarii, sobarii etc.".

Cu prilejul aniversării a 2 ani de la înfiinţarea sindicatului tîmplarilor, la 5 iunie 1907 a apărut numărul festiv al ,,Buletinului lucrătorilor tîmplari din Bucureşti", în al cărui articol de fond se arăta : ,,Grevele din anul trecut, persecuţiile clasei muncitoare şi răscoalele ţărăneşti din anul acesta au arătat şi orbilor marea deosebire de interese ale claselor din această ţară".

Viaţa grea a muncitorilor care lucrau cîte 14—16 ore pe zi ,,cu un salariu mizerabil de 2 pînă la 2,50 lei pe zi", în ,,ateliere care se aseamănă mai degrabă cu coşarele decît cu locuinţe omeneşti", sau a celor



Asérá la ora $8^1/_2$ s-a ținut la Romînia Muncităre întrunirea tîmplarilor, dulgherilor și sculptorilor în lemn de nuanță socialistă. La această întrunire a luat parte ca la 300 persóne, din care cele mai multe din acelea ce au fost văzute și la întrunirea din Șoseaua Mihai Bravul 156 în séra de 4 a le curentei.

Oprescu, *lucrător la* C.F.R., *zice că pentru a se scăpa muncitorii din robia claselor de sus, trebuie să se instruiască, luminîndu'și spiritul. Numai atunci ei nu vor mai fi momiți și orbiți de un Brătescu sau Socek, cari făgăduindu-le marea cu sarea, le a dat corporațiile cari sunt o calamitate pentru meseriași, ne avînd un folos dupe urma lor. Sfîrșește cerînd desființarea acestor corporații și'nlocuirea lor cu sindicatul.*

Buzescu *face critica guvernului liberal, care intitulîndu-se democrat nu a făcut nimic pentru muncitorime de și le a făgăduit multe în timp de alegeri. Ei nu respectă nici constituția lucrînd mai reacționar de cît ciocoii, cari și dînșii sunt tot așa de scîrnavi ca și cei d'intîiu. Acuză pe dl. prim-ministru că a furat milioane din tezaurul Statului acum cîți-va ani în urmă. Numai prin dezvoltarea partidului socialist, țara romînească va prospera. Criticînd Legea Meseriilor cere ca cu toții să lupte pentru desființarea corporațiilor, meseriașii constituindu-se în sindicate.*

Vasilescu, *care a vorbit și la întrunirea din șoseaua Mihai Bravul 156, critică poliția pe care o numește o adunătură de vipere înveninate care otrăvește viața muncitorimei. Ea este cauza pentru care guvernul expulseză pe muncitorii inofensivi, căci îi raporteză lucruri falși. Comisarii sînt numiți șoprîrle galonate, iar agenții niște vipere înveninate ce mușcă pe nevăzutele. Totuși ei n'au îndrăznéla a se introduce pîn'aci știind că are a face cu ómeni conscienți de drepturile lor.*

S.

O notă a unui informator al poliției despre o întrunire a muncitorilor constructori în sala cercului socialist „România Muncitoare" la 5 august 1908

1

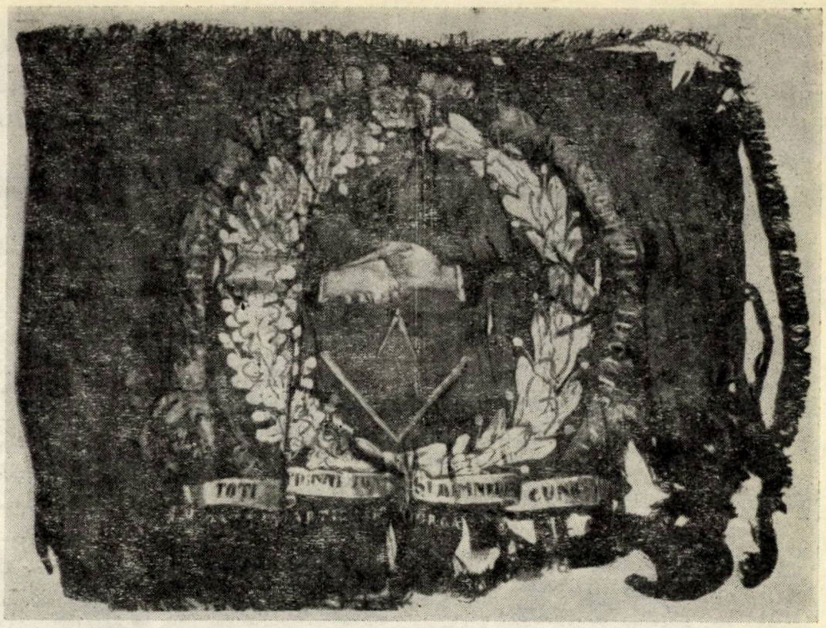
2

1 — Steagul Asociației dulgherilor din București (începutul secolului)

2 — Steagul Asociației tîmplarilor din București (începutul secolului)

care lucrau în aer liber pe schele, fără măsuri de protecţie, îi determina pe muncitori să se organizeze pentru a da riposta cuvenită exploatatorilor.

Această activitate atrăgea atenţia organelor de represiune astfel încît în arhivele poliţiei se găsesc numeroase ştiri despre acţiunile lucrătorilor constructori din Capitală şi din ţară. Iată, de exemplu, ce relata un informator al poliţiei, strecurat la o şedinţă de la sediul cercului ,,România Muncitoare" ţinută în 1908: ,,A vorbit un lucrător din Constanţa care arată că lucrătorii de acolo sînt foarte rău trataţi şi persecutaţi de poliţie, în special Directorul Poliţiei le face multe neajunsuri, căci are oameni străini printre ei care le sondează intenţiile şi astfel că tot ceea ce hotărăsc ei, se ştie imediat la Poliţie care ia măsuri contra lor".

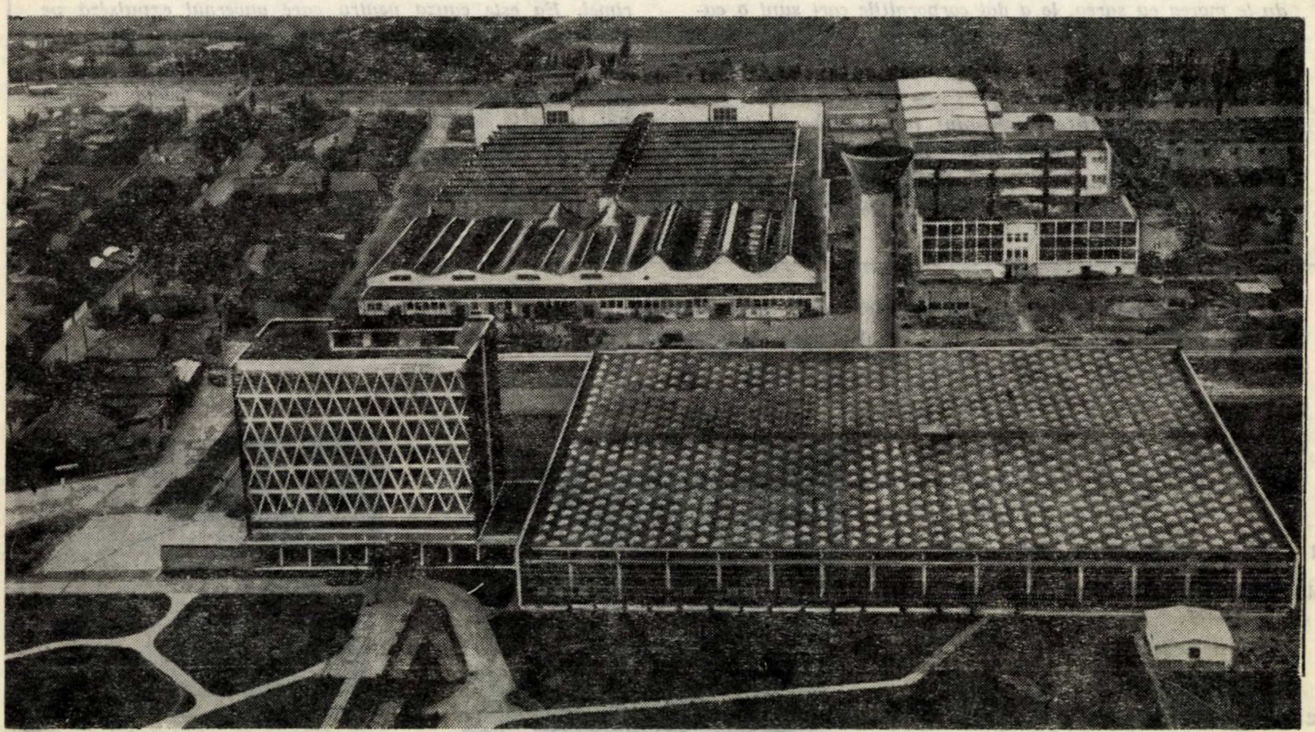


Steagul Societăţii cooperative a constructorilor (începutul secolului)

O altă notă a unui informator al poliţiei, din acelaşi an, relatează că un număr de cca 35—40 de ucenici de la antreprenorul Ganea din Bucureşti, str. Şerbănică nr. 9, ,,au venit astăzi la ora 9 1/2 dimineaţa la cercul « România Muncitoare » fiind puşi în grevă. Motivul e mîncarea proastă care li se dă şi răul tratament în privinţa odihnei, [patronul] lăsîndu-i să doarmă prin talaşe".

În anii care au urmat, grevele şi demonstraţiile muncitoreşti, prin caracterul organizat şi coordonat, prin amploarea lor de masă, au exprimat voinţa şi capacitatea proletariatului de a lupta pentru drepturile sale şi ale tuturor oamenilor muncii, de a imprima dezvoltării sociale o orientare nouă, spre o viaţă mai bună.

Prof. Alexandru Cebuc
Şef de secţie la Muzeul de istorie a municipiului Bucureşti



Fabrica de nasturi Bucureşti. Vedere aeriană

Douăzeci de ani de activitate ştiinţifică în construcţii

Ing. ***APOSTOL CHIRIŢĂ***

Director al Institutului de cercetări în construcţii şi economia construcţiilor — INCERC

În condiţiile revoluţiei ştiinţifice şi tehnice contemporane, aportul cercetării ştiinţifice devine şi în construcţii din ce în ce mai determinant. Rolul acesteia constă în primul rînd în a investiga toate aspectele şi problemele ştiinţelor tehnice aplicate, care condiţionează şi stimulează progresul în construcţii: siguranţă, rezistenţă, stabilitate, aspect, durabilitate, condiţii tehnologice şi funcţionale, exigenţe umane şi tehnice de confort. În acelaşi timp, cercetarea ştiinţifică are sarcina de a stabili şi prescrie condiţiile şi mijloacele concrete cele mai eficiente pentru atingerea acestor obiective, prin realizarea corespunzătoare a construcţiilor, şi anume: materialele, structurile, metodele de calcul şi proiectare, tehnologiile de execuţie şi industrializare, conducerea, organizarea, planificarea şi economia construcţiilor. Prin aceasta, cercetarea ştiinţifică pătrunde adînc în activitatea de construcţii-montaj, devenind o forţă de producţie, indispensabilă realizării unui continuu progres în această importantă ramură a economiei naţionale.

Înainte de 1944 nu a existat în ţara noastră o preocupare de stat pentru stimularea şi dezvoltarea cercetării ştiinţifice; realizările remarcabile obţinute în ştiinţa şi tehnica construcţiilor din acea vreme s-au datorit numai eforturilor şi capacităţii unor personalităţi proeminente de constructori români.

După instaurarea puterii populare şi naţionalizarea principalelor mijloace de producţie, s-a simţit în mod imperios nevoia ca la înfăptuirea orînduirii noastre socialiste participarea activităţii de construcţii-montaj să se situeze la un nivel cît mai ridicat, prin studierea şi introducerea unor soluţii tehnice superioare, în condiţiile sporirii considerabile a volumului de construcţii din întrega ţară, soluţii care, totodată, să permită accelerarea ritmului de execuţie pe şantiere, folosirea cît mai judicioasă a materialelor de construcţii, îmbunătăţirea simţitoare a calităţii construcţiilor şi reducerea eforturilor de investiţii.

Cercetarea ştiinţifică a apărut aşadar ca o soluţie obiectivă, devenită istoriceşte necesară pentru rezolvarea cu succes a problemelor enumerate mai sus.

Pe aceste baze a luat fiinţă în Bucureşti, în anul 1950, primul institut de cercetări în construcţii — „Institutul de cercetări şi încercări" (ICI)—cu un profil orientat, în special, pe probleme de betoane şi betoane armate. Acest institut a trecut printr-o serie de îmbunătăţiri organizatorice, dezvoltîndu-se continuu, pe măsura completării bazei materiale şi a recrutării şi formării cadrelor de cercetare. Astfel s-a ajuns în anul 1960 la actualul „Institut de cercetări în construcţii şi economia construcţiilor" (INCERC), care are un profil complex, cuprinzînd, practic, toate domeniile de cercetare în construcţii şi care desfăşoară o activitate organizată şi legată din ce în ce mai strîns de necesităţile majore ale economiei.

Institutul posedă şi filiale în oraşele Iaşi, Cluj şi Timişoara, avînd profil propriu şi desfăşurînd o activitate intensă în regiunile respective; totodată ele acordă asistenţă tehnică unităţilor de construcţii din regiunea în care activează şi rezolvă şi importante probleme de cercetare de interes republican.

În cei douăzeci de ani de la înfiinţarea lui, institutul şi-a dovedit capacitatea tehnico-ştiinţifică prin realizări tot mai numeroase şi mai importante. O privire retrospectivă asupra evoluţiei tehnicii construcţiilor în ţara noastră permite să se constate că la marea majoritate a soluţiilor aplicate în această perioadă, în special a celor pentru construcţiile industriale şi civile, sînt prezente rezultatele muncii cercetătorilor din INCERC. Unele din aceste rezultate reprezintă contribuţii valoroase la dezvoltarea activităţii de construcţii din ţară, cu efecte pozitive pentru economia naţională, altele au făcut deja cunoscute peste hotare capacitatea şi eficienţa cercetării ştiinţifice româneşti în construcţii.

Pentru desfăşurarea activităţii de cercetare ştiinţifică, institutul dispune de peste 1 000 salariaţi, din care aproape 300 cercetători specializaţi, precum şi de o importantă bază materială, cuprinzînd clădiri pentru laboratoare, hale de încercări şi experimentări, ateliere etc., înzestrate cu utilaje şi aparatură modernă.

Activitatea de cercetare ştiinţifică a institutului se desfăşoară pe bază de plan, corespunzător necesităţilor actuale şi celor de dezvoltare în perspectivă a ramurii construcţiilor şi este concretizată în teme legate direct de rezolvarea principalelor probleme ale producţiei, utilizarea de produse şi tehnologii de lucru mai moderne şi mai eficiente, ridicarea nivelului tehnic şi calitativ al execuţiei, îmbunătăţirea continuă a activităţii generale în construcţii.

Începînd cu anul 1970, institutul — ca şi majoritatea unităţilor de cercetare din România — funcţionează pe principiul gestiunii economice proprii sau interne.

Temele cuprinse în planurile anuale de cercetare ale institutului, precum şi acordarea asistenţei tehnice se realizează prin încheierea de contracte cu ministere şi organe centrale de stat, cu întreprinderi de construcţii, institute de proiectare şi cu alte unităţi beneficiare.

Finanţarea activităţii de cercetare în construcţii se face de către beneficiarii cercetărilor pe mai multe căi, şi anume: din buget, din fondurile de investiţii ale lucrărilor pentru care se face cercetarea şi din fondurile de producţie ale întreprinderilor.

★

Domeniile principale ale activităţii INCERC au îmbrăţişat teme de cercetare foarte variate, cerute de dezvoltarea tehnică a ramurii construcţiilor. Acestea pot fi grupate pe următoarele direcţii mai importante: introducerea de materiale eficiente de construcţii; elaborarea de noi sisteme constructive şi tehnologii de execuţie industrializate cu parametri superiori; îmbunătăţirea calităţii şi introducerea de noi metode de calcul; organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii.

În domeniul introducerii şi folosirii de materiale eficiente de construcţii s-au urmărit concomitent mai multe scopuri, şi anume: reducerea consumurilor specifice ale unor materiale tradiţionale (metal, lemn, ciment etc.), spre a se permite folosirea lor şi în alte domenii economice; micşorarea greutăţii construcţiilor; eliminarea materialelor a căror utilizare implică volum mare de muncă, precum şi a celor care necesită procese umede de punere în operă; realizarea unei calităţi superioare a construcţiilor; ieftinirea lucrărilor etc. Cercetările au fost orientate în special spre adoptarea de materiale cu caracteristici superioare pentru structura de rezistenţă a construcţiilor. În această direcţie, în colaborare cu unităţile MIM, s-au stabilit caracteristicile şi condiţiile de utilizare a oţelurilor superioare pentru armarea betonului, făcîndu-se posibilă introducerea în producţie a barelor de oţel cu profil periodic laminate la cald şi a sîrmei trefilate avînd limita de curgere ridicată, materiale care sînt în curs de generalizare în producţie; ele înlocuiesc aproape 50% din oţelul-beton obişnuit şi duc la o reducere a consumurilor specifice de oţel cu 25—30%. De asemenea, cu aportul cercetării, s-a introdus şi extins folosirea oţelurilor superioare pentru beton precomprimat (sîrmă de oţel de înaltă rezistenţă, toroane din 7 fire etc.), care au permis lărgirea domeniului de utilizare a betonului precomprimat.

Pe baza studiilor şi cercetărilor fundamentale şi aplicative cu privire la compoziţiile betoanelor şi la proprietăţile lor reologice în condiţiile vibrării, a parametrilor de accelerare a întăririi în diferite condiţii de mediu, s-a creat posibilitatea realizării pe şantiere şi în fabrici de prefabricate a unor betoane şi mortare cu caracteristici îmbunătăţite, de performanţe mai deosebite şi cu destinaţii mai variate, ca: betoane de mărci superioare: B 500—B 600 care, pe lîngă îmbunătăţirea calităţii lucrărilor, permit reducerea secţiunii şi deci a greutăţii structurilor cu 10—20%; betoane cu proprietăţi speciale pentru uşurarea punerii în operă, folosind aditivi indigeni pentru îmbunătăţirea lucrabilităţii, pentru accelerarea întăririi, pentru întîrzierea prizei; betoane cu polimeri pentru destinaţii speciale; betoane rezistente la radiaţii nucleare etc. Toate acestea au permis realizarea unor betoane deosebite la importante lucrări din ţara noastră, cum sînt: complexul hidroenergetic de la Porţile de Fier, extinderea portului Constanţa, aeroportul internaţional Otopeni etc.

Pentru construcţiile metalice s-a cercetat şi s-a pus la punct, în colaborare cu unităţile MIM, folosirea în construcţii a elementelor din profile de oţel cu pereţi subţiri formate la

rece, elaborîndu-se metode de calcul şi condiţii de folosire, ceea ce permite realizarea unei economii anuale de oţel de 15—20% faţă de construcţiile metalice obişnuite.

O dată cu dezvoltarea în ţara noastră a industriei producătoare de materiale pe bază de polimeri, cercetările au abordat şi problema introducerii şi folosirii în construcţii a materialelor plastice, în special la instalaţii şi finisaje. Pe această bază s-au realizat — în colaborare cu unităţile de producţie industrială ale Ministerului Industriei Chimice — şi s-au introdus în producţie ţevi şi piese fasonate din PVC pentru conducte de apă şi de scurgere, instalaţii tehnologice şi instalaţii electrice, înlocuindu-se astfel importante cantităţi de oţel şi fontă.

Ca materiale de finisaj s-au realizat din mase plastice: dale şi covoare pentru pardoseli, placaje pentru pereţi, tapete, diverse profile etc., care au permis, pe de o parte, reducerea consumului de material lemnos, iar pe de altă parte eliminarea proceselor umede, uşurarea construcţiilor şi îmbunătăţirea apreciabilă a aspectului lor.

În domeniul elaborării de noi sisteme constructive şi tehnologice, cercetările au avut ca obiectiv principal ridicarea gradului de industrializare a lucrărilor de construcţii prin prefabricare şi mecanizare, în scopul reducerii consumului de manoperă pe şantier, scurtării duratei de execuţie şi micşorării costului lucrărilor. În acest domeniu, în colaborare cu proiectarea tip şi cu industria de prefabricate, realizările principale obţinute cu contribuţia importantă a INCERC cuprind halele industriale parter cu elemente prefabricate eficiente, de dimensiuni mari şi secţiuni reduse, alcătuite din beton precomprimat, şi construcţiile de locuinţe din panouri mari, cu care se realizează anual cca 21% din numărul total de apartamente.

Pentru aceste sisteme constructive s-au elaborat soluţii tehnice de alcătuire a elementelor şi îmbinărilor în condiţiile de seismicitate din ţara noastră, tehnologia de confecţionare, pe cale industrială sau pe poligoane de şantier, a elementelor şi tehnologia de montaj şi s-au asimilat utilajele necesare.

Principalele rezultate ale aplicării acestor sisteme şi tehnologii constau în reducerea consumului de manoperă pe şantier faţă de sistemele tradiţionale (la halele industriale consumul s-a redus cu 60%, iar la construcţiile de locuinţe din panouri mari cu cca 50%), precum şi a consumului de oţel, prin folosirea oţelurilor superioare şi în special a betonului precomprimat (la hale industriale consumul de oţel se reduce cu cca 35% faţă de betonul armat obişnuit).

În ce priveşte extinderea utilizării betonului precomprimat la alte categorii de construcţii — poduri, rezervoare, conducte, stîlpi pentru linii electrice, traverse de cale ferată etc. — contribuţia INCERC a fost la fel de preponderentă şi a cuprins şi activitatea de dezvoltare, rezolvînd şi punînd la dispoziţia proiectării şi producţiei întreaga tehnică: procedee, dispozitive, utilaje etc., care au fost concepute şi realizate în cadrul INCERC, cu soluţii originale, brevetate — eliminînd astfel importul — inclusiv documentaţia tehnică, metodele de calcul, prescripţiile de execuţie aferente şi asistenţa tehnică.

Pentru realizarea pereţilor exteriori la hale industriale, cercetările au avut ca obiect înlocuirea soluţiilor tradiţionale, din zidărie de cărămidă, prin pereţi alcătuiţi din elemente prefabricate uşoare, gata finisate, folosind materiale corespunzătoare, ca: beton celular, beton cu agregate uşoare, plăci de azbociment, panouri din beton precomprimat, panouri din corpuri ceramice cu goluri, panouri din profilit etc., care reduc greutatea pereţilor cu 20—50%, elimină tencuielile şi măresc cu peste 50% productivitatea muncii la aceste lucrări.

O altă contribuţie importantă a cercetării în domeniul noilor tehnologii o constituie folosirea sistemului de cofraje metalice plane universale, pentru executarea industrializată a pereţilor portanţi din beton armat la construcţii de locuinţe cu multe niveluri şi realizarea faţadelor din panouri prefabricate executate pe poligoane, sistem care a fost extins în anul 1970 la executarea unui mare număr de apartamente şi a dus la economii de lemn, la reducerea manoperei cu 20% şi la micşorarea costului lucrărilor cu 2%.

În domeniul învelitorilor s-a căutat eliminarea materialelor putrescibile, îmbunătăţindu-se totodată capacitatea de izolare termică şi hidrofugă a învelitorilor prin folosirea noilor materiale pe bază de polistiren celular, vată minerală etc., care se pretează la industrializare şi duc la o reducere a preţului cu cca 20%.

Un domeniu important al cercetărilor se referă la protecţia anticorosivă a construcţiilor situate în zone cu medii agresive, naturale şi artificiale, şi care pot produce deteriorări importante ale clădirilor. Prin cercetări efectuate s-au găsit soluţii eficiente şi originale pentru: pardoseli speciale la halele din industria laptelui şi a zahărului; fundaţii şi lucrări de beton în zone cu ape naturale agresive şi pe litoralul Mării Negre; protecţia prin peliculizare a lucrărilor de beton şi de construcţii metalice situate într-o serie de medii agresive industriale; combaterea umidităţii prin metode originale de electrodrenări etc., ceea ce a permis executarea lucrărilor respective în bune condiţii, ducînd la mărirea duratei de exploatare a lor şi la reducerea cheltuielilor de întreţinere sau refacere.

O preocupare importantă a cercetărilor, legată de specificul solului României, o constituie fundarea construcţiilor pe terenuri loessoide, pentru care s-au elaborat soluţii şi con-

diţii de fundare, diferenţiate pe zone, pentru judeţele Iaşi şi Constanţa, pe baza unor studii îndelungate, a numeroase observaţii şi urmăriri de tasări la construcţii executate în aceste zone, precum şi a încercărilor de laborator şi „in situ"; aceste soluţii au putut duce la realizarea unor construcţii mai sigure şi mai economice.

În domeniul instalaţiilor s-au elaborat noi sisteme de încălzire şi ventilaţie pentru hale industriale. Ca rezultat al acestei activităţi s-a introdus sistemul de încălzire cu aer cald cu inducţie, s-au perfecţionat metodele de calcul al instalaţiilor de încălzire şi ventilare şi s-au creat condiţii pentru modernizarea producţiei de aparate termice (baterii, aeroterme, aparate de contracurent), cu folosirea apei supraîncălzite ca agent termic. Pe baza experimentărilor efectuate s-au elaborat prescripţii noi pentru calculul necesarului de căldură al clădirilor, care duc la economii de cca 10% la instalaţiile de încălzire. De asemenea, s-au efectuat cercetări pentru îmbunătăţirea parametrilor corpurilor de încălzire prin încercări speciale cu aparatură electronică în celula termică a INCERC, ajungîndu-se la reducerea greutăţii unor tipuri de radiatoare din fontă, care permit economisirea fontei, precum şi la asimilarea unor tipuri noi de corpuri de încălzire din oţel, care duc la o reducere cu 75% a consumului de metal.

Pentru stabilirea soluţiilor noi de industrializare a lucrărilor prin prefabricare şi adoptarea de sisteme constructive şi procedee tehnologice mai eficiente, cercetările au cuprins şi mecanizarea proceselor respective de lucru pe şantiere, adoptîndu-se utilaje, unelte, scule şi dispozitive mai eficiente, care au fost asimilate şi introduse în producţie. Astfel, în ultimii ani, ca rezultat al activităţii de cercetare a INCERC şi în colaborare cu uzinele noastre producătoare au fost asimilate şi fabricate în serie numeroase tipuri de utilaje şi scule mecanice pentru construcţii, care au avut o influenţă foarte importantă asupra creşterii productivităţii muncii şi a duratei de execuţie. Pot fi astfel citate: autocisterna pentru transportul cimentului în vrac, autobasculanta cu benă specială, dumperul pitic, macaralele de planşeu şi cele pentru lucrări de finisaje, maiurile mecanice, centralele automate pentru prepararea betonului, screperele etc. Acestea au contribuit simţitor la scurtarea duratei de execuţie şi la eliberarea unei importante părţi a forţei de muncă pe şantiere.

O altă problemă de care s-a preocupat în permanenţă cercetarea în construcţii este aceea a îmbunătăţirii calităţii lucrărilor.

Pe lîngă atenţia acordată introducerii noilor materiale, a noilor soluţii constructive şi tehnologii, pentru care s-au indicat condiţiile tehnice necesare şi s-au prescris regulile adecvate care să asigure calitatea lucrărilor, activitatea de cercetare a avut ca obiective şi elaborarea, punerea la punct şi introducerea în practică a unor noi metode de încercare şi control, în special pentru structura de rezistenţă a construcţiilor, precum şi unor noi metode de calcul. Aceste preocupări au fost determinate mai ales de condiţiile noi apărute, şi anume: creşterea rapidă a volumului lucrărilor de construcţii-montaj din întreaga ţară, introducerea tehnicii noi în construcţii, accelerarea ritmului de lucru pe şantiere, creşterea exigenţelor cu privire la calitatea lucrărilor, necesitatea unei cît mai bune cunoaşteri a comportării reale — sub acţiunea diverselor solicitări — a elementelor de construcţie şi a construcţiilor realizate din noi materiale şi sisteme constructive.

Pe linia acestor preocupări pot fi menţionate următoarele realizări mai importante ale activităţii de cercetare, introduse în practică: metode rapide pentru determinarea caracteristicilor betoanelor proaspete şi întărite; metode de încercare şi control al maselor plastice folosite în construcţii, sub aspectul proprietăţilor reologice; metode de control prin gammagrafie a construcţiilor metalice; metode de încercare şi verificare pe modele la scară redusă, realizate din diverse materiale — plexiglas, mortar de ciment, microbeton din polimeri, metal etc. — a unor soluţii de structuri noi pentru lucrări importante (Circul de Stat, cupola Expoziţiei Realizărilor Economiei Naţionale, ecluza de la Porţile de Fier, săli de sport etc.), folosind procedee tehnologice speciale (fotoelasticitate prin transparenţă sau prin strat reflectant, tensiometrie electrorezistivă etc.); metode de încercare la solicitări speciale — curgere lentă, oboseală etc. — a betoanelor şi oţelurilor superioare şi elementelor de construcţie realizate din aceste materiale; metode de încercare la foc a elementelor de construcţie; metode de încercare prin încărcare, pe elemente de construcţie în mărime naturală, pentru determinarea comportării reale, prin măsurarea tensiunilor şi deformaţiilor cu metode moderne (tensiometrie electrorezistivă, tensiometrie acustică etc.); metode de control al caracteristicilor terenului de fundaţie prin penetrare şi altele.

O tehnică mai nouă de încercare, introdusă în ultimii ani în România pe baza cercetărilor INCERC, o constituie metodele de încercare, prin controlul nedistructiv, a calităţii şi rezistenţei elementelor de construcţie din beton şi metal, folosind ultrasunetele, radiaţiile şi metodele de duritate superficială. În această direcţie trebuie menţionat faptul că activitatea de cercetare din România a adus o importantă contribuţie originală, recunoscută şi pe plan internaţional, prin RILEM şi CIB, la perfecţionarea metodelor nedistructive de încercare a betonului pe baza combinării metodelor, de exemplu a metodelor ultrasonice de impuls cu metodele de duritate superficială, ceea ce a permis mărirea substanţială a gradului de precizie a acestor metode de control.

În ceea ce privește metodele de control al construcțiilor, studiile și cercetările efectuate de INCERC, în colaborare cu cadrele de specialitate din institutele de învățămînt superior în construcții, au fundamentat introducerea și în țara noastră, în 1967, a metodei de calcul la stări limită al elementelor de beton, beton armat și beton precomprimat; această metodă modernă de calcul este bazată pe cunoașterea mai aprofundată a proprietăților reale ale materialelor de construcție și a aprecierii semiprobabilistice a încercărilor, solicitărilor și a modului de comportare a elementelor. Prescripțiile elaborate în țara noastră în acest scop se situează la nivelul prescripțiilor recomandate pe plan internațional de către organizațiile de specialitate, cum sînt: Comitetul European al Betonului, Federația Internațională a Precomprimărilor etc. Introducerea și generalizarea în practica proiectării în România a acestor prescripții permit, o dată cu stabilirea unui grad mai corespunzător și mai omogen de siguranță a tuturor elementelor de construcții, și realizarea unei economii de oțel de cca 3% față de metodele anterioare de calcul.

Avînd în vedere gradul ridicat de seismicitate a unei importante părți din teritoriul țării noastre, cercetările au fost extinse și în domeniul dinamicii construcțiilor, orientîndu-se în special în direcția studiului comportării construcțiilor supuse acțiunii seismice. Cercetările în acest domeniu au cuprins importante studii experimentale, folosind instalații de încercare originale, de mare capacitate — platforme vibrante pînă la 140 tone, cu program, care pot produce mișcări seismice —realizate în laboratoarele și standurile de încercare ale filialei INCERC din Iași, în colaborare cu Institutul politehnic din Iași, și ale căror performanțe au făcut ca acest laborator să fie recunoscut de către ONU ca laborator internațional pentru încercări seismice. Pe baza cercetărilor efectuate pe modele și tronsoane de construcții în mărime naturală, precum și pe baza studiilor teoretice și a determinării caracteristicilor proprii de vibrație la microseisme ale unor structuri de construcții real executate, s-au obținut date care au permis îmbunătățirea prescripțiilor de calcul al construcțiilor supuse acțiunii seismice, sub aspectul siguranței și economiei de materiale.

Dezvoltarea metodelor de calcul a fost extinsă și la structuri de construcții în ansamblu, abordîndu-se studii privind: comportarea în domeniul plastic a construcțiilor de beton armat și de oțel, ceea ce va duce la reduceri ale consumului de oțel de 3—7%; calculul structurilor spațiale static nedeterminate, alcătuite din bare, și pentru care s-au elaborat programe speciale ce vor permite scurtarea timpului de proiectare și optimizarea soluțiilor.

Pe linia organizării științifice a producției și a muncii, dezvoltarea tot mai rapidă a activității economice a impus înlocuirea metodelor vechi de conducere a producției, întemeiate în mare măsură pe intuiția și experiența personală a conducătorilor, cu metode perfecționate care, prin formulări riguroase, să permită studierea aprofundată a fenomenelor și proceselor, în vederea obținerii eficienței maxime în folosirea resurselor disponibile.

În acest scop s-au studiat în primul rînd metodele cercetării operaționale — unele dezvoltări ale statisticii matematice, programarea matematică, programarea liniară și programarea dinamică, teoria grafelor etc. — care au permis să se obțină soluții optime în probleme importante ale conducerii producției. În același timp, introducerea principiilor de bază ale ciberneticii a deschis orizonturi noi în ceea ce privește organizarea și sistemul de producție și îmbunătățirea metodelor de conducere.

Direcțiile principale de cercetare s-au orientat pe studiul metodelor de optimizare a proceselor și de fundamentare a deciziilor. În acest sens s-au elaborat metode și modele pentru amplasarea investițiilor, stabilirea rețelei optime de întreprinderi pe un teritoriu dat, determinarea amplasamentelor optime ale unităților de deservire a șantierelor cu efecte importante, variate și de durată, folosindu-se programarea dinamică, algoritmul de transport, metode combinatorii și modele de selecționare. De asemenea, s-a studiat optimizarea distribuției și transportului materialelor de masă prin aplicarea algoritmului de transport și a procedeelor de calcul corespunzătoare, ceea ce a dus la reducerea cheltuielilor de transport cu 2—5%.

Pentru determinarea ponderii optime a tipurilor de obiecte și structuri constructive s-au elaborat modele liniare sau neliniare, deterministe sau stochastice, care au furnizat elemente utile pentru folosirea rațională a resurselor și a capacităților de producție.

Pe măsura dezvoltării bazei materiale de prelucrare a datelor s-a trecut la studiul perfecționării sistemelor de conducere și la sistemul informațional în construcții. În acest domeniu s-au elaborat sisteme de programare, lansare și urmărire a producției, care se întemeiază pe o serie de cercetări privind structura decizională și informațională a organizațiilor de construcții; un sistem de codificare a informațiilor și un set de formulare conceput în vederea prelucrării electronice a datelor etc.

Aplicarea consecventă a acestor procedee de programare, lansare și urmărire a producției de construcții pe șantiere duce la reducerea duratelor de execuție pînă la 10%, creșterea productivității muncii și reducerea prețului de cost cu 1—2%.

★

Progresul tehnic în construcţii — ca şi în orice alt domeniu al producţiei materiale — nu poate fi realizat numai prin efectuarea unor cercetări de înalt nivel ştiinţific şi tehnic, ci şi prin aplicarea acestora pe scară largă în proiectare şi execuţie şi urmărirea lor pînă la obţinerea efectelor tehnice şi a eficienţei economice scontate.

Pentru valorificarea în producţie a rezultatelor cercetărilor din construcţii se efectuează de către organele de sinteză şi conducere din Ministerul Construcţiilor Industriale, directivarea şi îndrumarea necesară, prin prescripţii tehnice de proiectare şi de execuţie, la elaborarea cărora INCERC a avut un aport hotărîtor, şi prin proiectarea tip, măsuri care extind pe scară largă soluţiile noi cercetate şi verificate în practică. De asemenea, un rol important la valorificare îl are legătura directă a cercetării cu unităţile de proiectare şi cele de execuţie, în vederea stabilirii tuturor detaliilor necesare introducerii în proiecte şi pe şantiere a soluţiilor, procedeelor şi metodelor eficiente cercetate.

În ce priveşte eficienţa economică a cercetării ştiinţifice în construcţii, ea se exprimă prin efectele economice menţionate anterior (reducerea preţului lucrărilor de construcţii, creşterea productivităţii muncii, reducerea duratei de execuţie, aportul sau economia de valută, economia de materiale, obţinerea unor efecte calitative superioare etc.), iar la nivelul economiei naţionale, prin punerea mai devreme în funcţiune a obiectivelor.

În aceeaşi ordine de idei este important de subliniat şi faptul că timpul de recuperare a cheltuielilor făcute pentru cercetare şi dezvoltare, din acumulările suplimentare obţinute prin aplicarea cercetărilor efectuate de INCERC, este mai mic de un an, ceea ce denotă o eficienţă foarte ridicată a activităţii de cercetare în construcţii, superioară celei din alte ramuri economice.

Activitatea de cercetare în construcţii a INCERC se desfăşoară şi pe linia unor foarte utile relaţii de colaborare cu organizaţii internaţionale şi institute de cercetări din alte ţări.

Astfel, pe lîngă faptul că INCERC depune o intensă activitate de colaborare la planul comun de cercetări în construcţii ale ţărilor-membre ale CAER, el este şi membru al RILEM (Reuniunea Internaţională a Laboratoarelor de Încercări pentru Materiale şi Construcţii) şi al CIB (Institutul Internaţional al Construcţiilor pentru Studii şi Cercetări).

De asemenea, prin Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor, există relaţii de colaborare şi afiliere cu FIP (Federaţia Internaţională a Precomprimărilor), cu AIPC (Asociaţia Internaţională de Pînze Subţiri) şi cu alte asociaţii similare.

În colaborare cu aceste organizaţii, INCERC a participat la o serie de manifestări ştiinţifice în construcţii, organizate în străinătate, şi a organizat asemenea manifestaţii şi în ţara noastră, cum au fost: Simpozionul RILEM pentru încercarea construcţiilor, organizat în Bucureşti în 1969; conferinţele anuale în domeniul betonului, cu participare internaţională, organizate în 1968 la Sinaia, în 1969 la Mamaia şi în 1970 la Cluj; Conferinţa de seismicitate de la Iaşi din 1970 şi alte asemenea manifestări, la care s-au făcut prezentări ale realizărilor întregului potenţial de cercetare în construcţii din ţara noastră şi care au prilejuit fructuoase schimburi de experienţă cu cercetătorii străini.

★

În cele expuse mai sus nu s-au putut înfăţişa, desigur, decît cîteva din realizările mai importante ale INCERC în decursul celor 20 de ani de activitate. Realizările institutului sînt însă mult mai numeroase şi chiar dacă unele dintre ele nu au fost prea spectaculoase, totuşi au contribuit în largă măsură la progresul tehnic şi economic al construcţiilor din ţara noastră.

Anul 1970, care a încheiat cele două decenii de activitate a INCERC, a adus şi confirmarea modului în care este apreciată competenţa sa. Trecînd, în acel an, de la sistemul bugetar la acel al gestiunii economice proprii, institutul a încheiat cu diverşi beneficiari un mare număr de contracte de cercetare ştiinţifică legate de necesităţile importante ale ramurii construcţiilor.

Încrederea constructorilor în capacitatea tehnică a INCERC s-a manifestat şi prin solicitarea acestui institut pe multe din marile şantiere ale ţării, unde cu ajutorul asistenţei tehnice acordate de institut la introducerea materialelor, metodelor de execuţie şi utilajelor noi, s-au rezolvat cu succes o serie de probleme de importanţă deosebită pentru dezvoltarea construcţiilor din ţara noastră.

Astăzi, în pragul glorioasei aniversări de o jumătate de veac a partidului nostru, INCERC îşi ia angajamentul de a urma, cu mai multă fermitate şi mai mult elan, îndrumările preţioase date prin toate documentele de partid şi de stat, şi personal de tovarăşul Nicolae Ceauşescu, referitoare la cercetarea ştiinţifică, concentrîndu-şi forţele şi organizîndu-şi mai bine munca, pentru legarea cît mai strînsă a cercetării de necesităţile majore ale producţiei, rezultate din Directivele Congresului al X-lea al Partidului şi din programele prioritare. De asemenea, institutul nostru va urmări în continuare obţinerea unor rezultate cît mai eficiente pe plan internaţional care, prin competitivitatea lor, să facă posibil exportul de inteligenţă românească şi în acest domeniu.

ALIMENTAREA CENTRALIZATĂ CU CĂLDURĂ

A IV-a CONFERINŢĂ DE INSTALAŢII

Sinaia, 19-21 noiembrie 1970

Ing. ACHILE PETRESCU
Preşedinte al Comisiei de instalaţii a CNIT

Ing. LIVIU DUMITRESCU
Vicepreşedinte al Comisiei de instalaţii a CNIT

În zilele de 19—21 noiembrie 1970 a avut loc, la Casa de Cultură din Sinaia, cea de-a IV-a Conferinţă de instalaţii, cu tematica „Alimentarea centralizată cu căldură", organizatorii fiind CNIT şi Ministerul Construcţiilor Industriale.

Conferinţa, cu participare internaţională, a reunit cca 300 de specialişti din învăţămînt, cercetare, proiectare, execuţie şi exploatare, printre care 22 invitaţi străini din opt ţări europene.

La şedinţa de deschidere, participanţii au fost salutaţi de către dr. ing. O. Rusu — vicepreşedintele CNIT, ing. I. Tudose — adjunct al ministrului construcţiilor industriale, Gh. Dumitrescu, vicepreşedinte al Consiliului popular al judeţului Prahova şi C. Neagu, primarul oraşului Sinaia.

Raportul general, prezentat de ing. A. Petrescu, preşedinte, şi ing. L. Dumitrescu, vicepreşedinte al Comisiei de instalaţii a CNIT, a subliniat că alegerea ca tematică a problemei alimentării centralizate cu căldură s-a făcut plecînd de la constatarea unui progres evident, de ordin calitativ şi cantitativ, în acest compartiment de bază al instalaţiilor.

Progresul rapid a pus însă în acelaşi timp numeroase probleme, şi la nivelul experienţei cîştigate pînă în prezent există convingerea că ele nu şi-au primit în totalitate cea mai bună rezolvare.

Analizînd domeniul, se precizează că noţiunea de *alimentare centralizată cu căldură* se aplică pentru soluţiile de alimentare a mai multor clădiri de la o centrală termică. Ea corespunde termenului francez *chauffage à distance* sau celui german *Fernheizung*.

Alimentarea centralizată cu căldură se poate face separat, pentru consumatorii urbani sau industriali, sau în comun pentru aceste două categorii de consumatori, la care de curînd s-a adăugat şi cea de-a treia, aceea a consumatorilor agricoli — serele legumicole.

Cel mai interesant aspect al alimentării centralizate cu căldură este acela al utilizării surselor de căldură şi pentru producerea energiei electrice, sau numai pentru producerea căldurii, după cum sursele respective sînt centrale electrice de termoficare sau numai centrale termice.

În toate cazurile, alimentarea se referă la căldura necesară pentru încălzirea şi ventilarea clădirilor, pentru prepararea apei calde de consum şi pentru asigurarea necesităţilor tehnologice.

Nu se consideră alimentare centralizată cu căldură soluţiile cu surse locale individuale şi nici cele cu încălzire centrală a unui apartament sau a unei singure clădiri (vilă, bloc), după cum în industrie nu se includ soluţiile cu generatoare de aer cald cu combustie locală.

Se subliniază că avantajele alimentării centralizate cu căldură s-au dovedit a fi de ordin economic, urbanistic - sanitar şi de confort.

Concentrarea consumatorilor de căldură — urbani, industriali şi agricoli — pe specificuri sau amplasarea lor apropiată permite realizarea unor surse de mare capacitate, astfel încît costul specific al căldurii (raportat la unitatea de căldură instalată) revine la valori de investiţie mai reduse. Acelaşi lucru se poate spune şi despre reţele.

În acelaşi timp, echipamentele de mare capacitate pot avea elemente auxiliare de automatizare, care permit o exploatare cu randament ridicat, reducînd astfel costul de exploatare şi economisind energia primară, atît de necesară în prezent. Din acest punct de vedere trebuie menţionat că sursele mari de căldură pot utiliza şi combustibil inferior.

Trebuie subliniat faptul că, o dată cu mărirea capacităţii sursei, scad şi cheltuielile de exploatare reprezentînd salariile muncitorilor.

Aceste avantaje economice devin şi mai evidente în cazul cînd valoarea consumului justifică adoptarea soluţiei de termoficare. În acest caz, producerea în comun a energiei electrice şi a căldurii duce la consumuri specifice de combustibil şi mai reduse.

Avantajele de ordin urbanistic-sanitar ale alimentării centralizate cu căldură decurg din dispariţia numeroaselor centrale termice, care împînzesc oraşele vechi şi care, în acelaşi timp, constituie şi o puternică sursă de poluare a atmosferei; centralele mari se amplasează în mod obişnuit în afara cartierelor de locuit, în zona industrială a oraşelor, şi sînt prevăzute cu mijloacele necesare dispersării nocivităţilor, astfel încît acestea să se poată încadra în limitele impuse de condiţiile sanitare.

Trebuie menţionat şi faptul că funcţionarea surselor mari de căldură, în special a celor de termoficare, permite funcţionarea neîntreruptă a instalaţiei de încălzire, ceea ce duce la un confort sporit şi la costuri mai mici de investiţii, neprevăzîndu-se în calculul necesarului de căldură, sporuri de întrerupere.

Toate aceste avantaje au dus la promovarea soluţiei de alimentare centralizată cu căldură. Desigur, fiecare avantaj în parte se poate regăsi şi la alte soluţii, de exemplu randamentul ridicat al unor echipamente de mică capacitate, însă superioritatea evidentă apare din însumarea avantajelor.

Analizînd dezvoltarea alimentării centralizate cu căldură pe plan mondial şi în ţara noastră, raportul general precizează că în perioada postbelică s-au remarcat două cazuri diferenţiate :

● Situaţia ţărilor cu industrie redusă şi cu oraşe puţin dezvoltate în trecut, care au păşit la o industrializare şi urbanizare rapidă (cazul general al ţărilor socialiste din răsăritul Europei).

Dezvoltarea industriei şi a oraşelor a solicitat întocmirea unor planuri de sistematizare care au ţinut seamă de nivelul redus al dotării şi echipării tehnico-edilitare existente. În această situaţie a apărut ca foarte corespunzătoare soluţia de alimentare centralizată cu căldură, ţinînd seama de avantajele acesteia.

Datorită altor cauze, o soluţie asemănătoare s-a dat şi pentru zonele în care s-au produs distrugeri maxime în timpul războiului, fondul de dotare anterior reducîndu-se apreciabil (cazul, în special, al Germaniei). De asemenea, situaţia unor noi zone industriale şi urbane apărute ca urmare a hotărîrii de ridicare economică a unor regiuni, astfel de exemple putîndu-se vedea în unele ţări industrializate, ca Franţa.

● O situaţie diferită este aceea a oraşelor şi zonelor industriale constituite, la care fondul de dotare tehnicoedilitară nu este încă în întregime amortizat şi la care trecerea de la alimentarea cu căldură locală la cea centralizată ridică numeroase probleme, în special aceea de realizare a unor reţele de transport al căldurii. Cu atît mai mult, în astfel de situaţii, este dificilă introducerea termoficării, ţinînd seama că nu apare necesitatea unor surse de energie electrică. Desigur, şi în aceste situaţii, alimentarea centralizată se va dezvolta atunci cînd va apărea oportună reechiparea oraşelor respective.

În cadrul acestei diferenţieri, ţara noastră apare evident în situaţia în care alimentarea centralizată cu căldură este avantajoasă.

Urmărind soluţiile date în ultimii 20—25 ani, se constată că atît în industrie, cît şi în ansamblurile de clădiri din zonele urbane, aproape în totalitate, consumatorii noi au fost alimentaţi centralizat cu căldură, la diferite trepte de centralizare. Soluţia nu s-a aplicat unor clădiri de locuit sau dotări social-culturale din mediul urban amplasate ca plombe sau izolate în cartiere vechi, clădirilor din mediul rural sau celor cu un număr redus de niveluri (1—3) din mediul urban, mai ales construite de proprietari particulari.

Motivele care au dus, în ţara noastră, la adoptarea alimentării centralizate cu căldură, ca soluţie de bază în cazurile menţionate, sînt cele generale de ordin tehnico-economic, urbanistice-sanitare şi de confort. Este greu de menţionat aportul fiecăruia din aceste motive; la început au primat cele de ordin tehnico-economic, dar treptat s-au impus şi cele urbanistice-sanitare sau de confort.

Trebuie precizat că soluţia de alimentare centralizată s-a impus rapid şi că analizele ulterioare au servit numai la alegerea treptei de centralizare a alimentării cu căldură (una sau mai multe surse de căldură) în zonele urbane şi industriale noi sau pentru dovedirea oportunităţii termoficării.

Nivelul atins de ţara noastră în ceea ce priveşte utilizarea alimentării centralizate cu căldură poate fi apreciat prin datele privind numai o parte din consumatori — anume pe cei alimentaţi prin termoficare.

Astfel, la nivelul anului 1970, puterea instalată în centrale electrice de termoficare este de cca 2000 MW, căldură livrată anual de cca 35 milioane Gcal, lungimea reţelelor magistrale de termoficare de cca 500 km, folosind conducte cu diametrul mediu de 1200 mm, la o rază maximă de alimentare de aproape 12 km.

Aceste realizări, din care cele privind termoficarea se datoresc mai ales ultimului deceniu, permit a se aprecia că, atît cantitativ, cît şi calitativ, ţara noastră se află la un nivel ridicat privind alimentarea centralizată cu căldură şi că acest nivel nu va înceta să crească.

Trecerea, într-un interval nu prea lung, la situaţia menţionată, a necesitat unele condiţii de dezvoltare care fac parte dintr-un proces ce nu poate fi considerat încă încheiat.

Principala condiţie de realizare poate fi numită cea de concepţie, constînd din pregătirea documentară a proiectanţilor, dar şi din înarmarea lor cu curajul necesar adaptării soluţiilor la o treaptă nouă a nivelului de rezolvare, abordării problemelor printr-o optică nouă. În acelaşi timp a fost necesară o pregătire de opinie tehnică a tuturor specialiştilor pentru a accepta o concepţie nouă sub toate aspectele sale : capacităţi de surse, agenţi termici, echipament, condiţii de lucru şi de exploatare.

Din fericire, se poate spune, în prezent, că aceasta a fost condiţia cel mai uşor de rezolvat. Specialiştii noştri au înţeles repede necesitatea unor noi soluţii, şi sistemul lor de adaptare a depins numai de realizarea celorlalte condiţii, dintre care vom menţiona în special cele legate de baza materială şi de nivelul de calificare a personalului de execuţie şi, în special, de exploatare. S-au impus destul de rapid aspectele cele mai importante ale noilor soluţii, cum ar fi : folosirea apei ca principal agent termic, utilizarea sa la parametri superiori de presiune şi temperatură, oportunitatea termoficării, necesitatea măririi capacităţii centralelor şi punctelor termice etc. Desigur, problemele legate de soluţii nu au fost epuizate şi ele nasc şi în prezent destul de multe întrebări, dar acestea se referă la condiţii optime de aplicare a numeroaselor variante de alimentare centralizate cu căldură, la limitele de specialitate a soluţiilor şi corelarea cît mai bună a soluţiei lor cu echipamentul de care dispunem.

În cele ce urmează vom analiza principalele probleme puse în discuţie şi modul cum se reflectă ele în referatele prezentate.

ASPECTELE ENERGETICE

Cadrul energetic al alimentării centralizate cu căldură este ilustrat prin două referate ale unor colective din ISPE : *Elemente caracteristice ale dezvoltării alimentării centralizate cu căldură în România*, elaborat de ing. D. Rentea, ing. I. Ghioca, ing. D. Cojocaru şi ing. Mariana Stăncescu, şi *Alimentarea cu căldură prin termoficare, stadiul actual şi perspective în România*, elaborat de ing. M. Voinea, ing. N. Niculescu, ing. N. David, ing. V. Constantin şi ing. S. Lewy.

În cadrul acestor referate se face o analiză a consumului de combustibil primar şi a locului pe care-l ocupă termoficarea. Istoricul dezvoltării termoficării în ţara noastră arată rapiditatea cu care s-a trecut de la capacitatea şi parametrii reduşi ai primelor centrale de termoficare la cei utilizaţi în prezent : grupuri de termoficare industrială de 50 MW şi urbană de 100 MW, cu parametrii aburului de 140 at şi 570°C, cazane de apă fierbinte de 100 Gcal/h. Se prezintă totodată perspectivele de dezvoltare cu echipament în întregime românesc.

Principala condiţie care a favorizat dezvoltarea unor mari surse de căldură a fost concentrarea consumatorilor industriali pe mari platforme şi apropierea zonelor urbane de aceste surse.

Pe parcursul utilizării, soluţia de alimentare centralizată cu căldură prin termoficare s-a perfecţionat, atît prin capacitatea şi parametrii echipamentului, cît şi prin concepţia sa. În acest sens ne putem referi la coeficientul de termoficare optim realizat prin folosirea unor cazane de vîrf, furnizînd direct agentul termic necesar vîrfului de consum, anume apa fierbinte. Parametrii nominali de temperatură ai apei fierbinţi au fost aleşi 150...70°C, după considerente mai ales energetice.

Referatul privind alimentarea cu căldură prin termoficare face o serie de propuneri privind parametrii de temperatură din instalaţiile interioare consumatoare de căldură şi la schemele de racordare. Trebuie menţionat că aceste propuneri au în vedere considerentele energetice ale utilizării căldurii la consumator pînă la un conţinut de căldură cît mai redus. În acelaşi timp, ştim că există şi considerente economice ale consumatorilor care reclamă o temperatură medie cît mai ridicată, cît şi limite tehnice privind ecartul de temperatură posibil de realizat la diferitele tipuri de instalaţii interioare, în funcţie de specificul aparatului consumator de căldură.

Rezultă necesitatea unei analize concrete, la condiţiile noastre, a ansamblului producător — consumator de căldură pentru a stabili soluţia optimă privind parametrii agentului termic şi schemele de racordare.

ALIMENTAREA CU CĂLDURĂ ÎN INDUSTRIE

Analizînd dezvoltarea alimentării centralizate cu căldură în România, putem afirma că elementul dinamic stimulator au fost consumatorii industriali, în special cei noi amplasaţi pe mari plat-

forme industriale. Factorii respectivi au fost analizaţi în referatul *Alimentarea cu căldură a zonelor industriale*, elaborat de ing. S. Smigelschi şi ing. C. Iliescu din ICPA, indicîndu-se avantajele concentrării consumatorilor. În acest fel se pot folosi unităţi energetice de capacităţi ridicate, cu avantajele semnalate anterior, mai ales pentru termoficare. În acelaşi timp, pe baza experienţei acumulate, referatul menţionează că nu orice alimentare centralizată cu căldură în industrie trebuia să se rezolve prin termoficare. Analizele tehnico-economice cu caracter energetic trebuie să determine, în fiecare caz în parte, oportunitatea termoficării. Se poate aprecia totuşi că termoficarea la parametri reduşi nu este economică la nivelul dezvoltării energetice prezente a ţării noastre.

Se semnalează faptul că ponderea de utilizare a aburului a scăzut, reducîndu-se la necesităţi tehnologice şi, în situaţii foarte rare, pentru încălzire. Analiza făcută remarcă dificultăţile pe care le provoacă lipsa de concordanţă între elementele de temă şi realitate în ceea ce priveşte etapizarea investiţiei. În aceeaşi ordine de idei trebuie semnalată şi nerealizarea, în general, a prevederilor de temă în ceea ce priveşte recuperarea condensatului la instalaţiile tehnologice.

Referatul *Alimentarea centralizată cu căldură a microzonei industriale Ghencea*, elaborat de ing. G. Cristescu, ing. D. Alexandru şi ing. D. Niculescu — IPIU, se referă la condiţiile unei zone industriale cu un anumit specific preponderent, în care sînt incluse atît unităţi vechi, cît şi altele noi şi modul cum se rezolvă problema agentului termic. Se semnalează avantajele preparării centralizate a apei calde tehnologice.

Se ridică problema atît de spinoasă, cunoscută de proiectanţii instalaţiilor de încălzire industrială, a nerealizării parametrilor de temperatură necesari în instalaţia interioară, în cazul utilizării apei fierbinţi. Desigur, cauzele sînt multiple, atît datorită nerespectării graficului de reglaj al agentului primar, cît şi unei variaţii a coeficientului de transmisie a căldurii după alte curbe decît cele ale furnizorului. Trebuie adăugat faptul că unele aparate nu pot prelucra efectiv ecartul de temperatură al agentului termic primar (cazul aerotermelor).

Credem că este momentul ca această problemă să-şi găsească rezolvarea printr-un efort comun al constructorilor de aparate, cercetătorilor şi proiectanţilor.

Analiza soluţiilor de alimentare centralizată cu căldură, fără termoficare, a fost făcută în referatul *Surse termice în industria construcţiilor de maşini* elaborat de ing. L. Brebu din IPCM.

Se confirmă avantajele utilizării, ca agent termic, a apei fierbinţi, chiar atunci cînd nu se face termoficare, prin raza mare de acţiune şi simplificarea reţelelor, excluzînd situaţia de pierdere a condensatului şi, în special, datorită posibilităţii de reglare centralizată calitativă a debitului de căldură.

Domeniul asigurat de astfel de surse este precizat pentru apa fierbinte pînă la 50 Gcal/h şi pentru abur 20 t/h. Deşi, în general, gama de cazane s-a extins, în ultimul timp se remarcă totuşi necesitatea unor anumite capacităţi cu parametrii respectivi.

Aspecte variate privind utilizarea căldurii în industrie rezultă şi din alte lucrări prezentate. Astfel, referatul *Alimentarea centralizată cu căldură în prezenţa resurselor în industria chimică*, elaborat de ing. I. Grigoriu din IPRAN, semnalează specificul unui domeniu cu resurse secundare apreciabile şi ridică problema analizei variantelor cu ajutorul calculatoarelor, iar

referatul *Aspecte privind utilizarea căldurii în hale industriale*, elaborat de ing. Rodica Grigore, ing. M. Ionescu şi ing. A. Petrescu din IPC, analizează structura consumului de încălzire - ventilare, rezultînd de aici elemente care pot fi preluate pentru studiul diferitelor soluţii.

Modul de comportare a corpurilor încălzitoare a fost analizat şi în referatul *Utilizarea panourilor radiante în industrie la temperaturile specifice ale reţelei de termoficare*, elaborat de ing. N. Niculescu şi ing. C. Bandrabur de la Institutul de construcţii Bucureşti. Se arată că graficul obişnuit de reglaj calitativ al apei fierbinţi nu e satisfăcător în cazul utilizării panourilor radiante şi se propune metodologia de corectare a calculului.

Problemele ridicate de cel mai recent consumator al alimentării centralizate cu căldură — agricultura — au fost analizate în referatul *Aspecte specifice în alimentarea centralizată cu căldură prin termoficare a marilor complexe de sere legumicole*, autori ing. N. Niculescu, ing. D. David şi ing. C. Corcodel de la ISPE. De menţionat problemele specifice de reglaj, care au dus la concluzia că reţelele de alimentare respective trebuie separate de cele urbane şi industriale.

Execuţia instalaţiilor industriale e analizată în referatul *Prefabricarea instalaţiilor pentru centrale şi puncte termice industriale*, autori ing. V. Dumitrescu şi ing. D. Dumitrescu de la Trustul 2 instalaţii — montaje. Se menţionează interesul acordat prefabricării şi condiţiile în care aceasta este oportună în funcţie de posibilitatea de tipizare. Factorul economic este acela care hotărăşte dacă unele elemente trebuie sau nu prefabricate.

ALIMENTAREA CU CĂLDURĂ A ZONELOR URBANE

Alimentarea cu căldură a noilor zone urbane din România se face, cu foarte mici excepţii, fie din centrale termice de ansambluri de clădiri cu capacităţi cuprinse între 5—15 Gcal/h, fie prin termoficare.

Utilizarea încălzirii locale sau a încălzirii cu centrală de bloc pentru noile clădiri ce se construiesc reprezintă soluţii izolate, determinate în special de amplasarea lor în zone cu fondul vechi de locuinţe.

În prezent, în România, din noile clădiri construite în centrele urbane cca 60% sînt alimentate cu căldură prin centrale termice pentru ansambluri de clădiri şi cca 40% prin termoficare, aceasta fiind introdusă în 18 centre urbane.

Parametrii de temperatură adoptaţi sînt 95°...75°C în cazul centralelor termice, respectiv al instalaţiilor interioare, şi de 150°...70°C în cazul termoficării.

Schema de distribuţie uzuală este arborescentă bitubulară.

Schemele sînt cu racordare directă prin elevatori sau cu pompe şi cu racordare indirectă cu schimbătoare de căldură.

Apă caldă de consum se realizează cu boilere sau cu aparate în contracurent şi rezervoare verticale, în cazul centralelor termice, sau cu aparate în contracurent, în general după schema două trepte în serie, în cazul termoficării.

Pentru alimentarea cu căldură a zonelor urbane, în cadrul conferinţei au fost prezentate o serie de referate care au urmărit să arate realizările din acest domeniu, studiile şi măsurătorile efectuate în vederea aplicării unor soluţii mai economice, problemele de exploatare etc.

Alimentarea cu căldură a unor ansambluri mari urbane a fost prezentată în referatul *Dezvoltarea alimentarii cu căldura a ansamblurilor de clădiri de locuit din Bucureşti*, elaborat de ing. I. Schvartz, ing. A. Bolşacov şi ing. N. Predeleanu de la Institutul „Proiect Bucureşti", şi în referatul: *Consideraţii tehnico-economice privind termoficarea urbană a municipiului Ploieşti*, elaborat de ing. A. Costea şi ing. S. Ţuţuianu, de la DSAPC Ploieşti, şi ing. I. Boaru de la I.L.L. Ploieşti.

În primul referat se arată principalele etape în dezvoltarea centralizată a alimentării cu căldură a oraşului Bucureşti, pornind de la centralele termice de bloc şi pînă la alimentarea cu căldură prin termoficare.

De asemenea, se prezintă date în legătură cu problemele de tipizare şi prefabricare a centralelor şi punctelor termice, asupra automatizării şi reglării funcţionării acestora.

În cel de-al doilea referat se prezintă problemele legate de alimentarea cu căldură prin termoficare a oraşului Ploieşti, în care în prezent sînt alimentate cu căldură prin termoficare peste 15 000 apartamente. Se prezintă în continuare o analiză tehnico-economică comparativă între schema de racordare directă, prin elevatori, şi indirectă, cu schimbătoare de căldură, din care rezultă economia de investiţii şi de consum de metal în cazul racordării directe.

De asemenea, se prezintă o analiză a dinamicii capacităţii punctelor termice şi a scăderii costului de investiţie şi de consum de metal în funcţie de creşterea capacităţii punctelor termice.

Problemele de studiu privind reducerea mărimii vîrfului de sarcină în cazul alimentării centralizate cu căldură au fost tratate în referatele *Contribuţii la determinarea posibilităţilor de reducere a vîrfului de sarcină urbană*, elaborat de ing. N. David, ing. C. Corcodel, tehn. I. Uţă,

de la ISPE, ing. P. Vasilescu și ing. M. Herșcu de la ISART: *Scheme de racordare a instalațiilor interioare la rețeaua de termoficare*, al ing. L. Dumitrescu de la CSEAL și *Constatări asupra funcționării instalațiilor de încălzire la ansambluri mari de locuințe* de ing. D. Ghițescu, ing. G. Țonea, ing. L. Lăzărescu și ing. L. Păun de la INCERC.

În primul referat sînt prezentate influențele elementelor constructive ale clădirilor, factorii climatici, rețeaua termică a sistemelor de termoficare etc. și posibilitatea reducerii vîrfului de sarcină. Reanalizarea standardului 1907/67 și folosirea unor materiale de construcție cu o rezistență termică sporită vor duce la diminuarea vîrfului de sarcină. Centralizarea preparării apei calde menajere, îmbunătățirea concepției legate de dimensionarea instalației de producere, transport și distribuție a căldurii va duce, de asemenea, la reducerea vîrfului de sarcină.

În al doilea referat se analizează posibilitatea reducerii vîrfului de sarcină prin adoptarea schemei cu acumularea apei calde menajere în punctele termice și prin luarea în considerare a funcționării simultane a consumatorilor urbani situați la distanțe diferite de sursa termică.

În cel de-al treilea referat sînt prezentate rezultatele măsurătorilor efectuate la centrala termică din Nițu Vasile cu 500 de apartamente și la un punct termic din Dudești cu 1652 apartamente. Pe lîngă aspectul de confort legat de funcționarea continuă în cazul termoficării, se analizează și mărimea necesarului de căldură pentru prepararea apei calde menajere, considerînd posibilă o diminuare a vîrfului de sarcină.

Schemele și soluțiile privind reglarea instalațiilor de încălzire prin termoficare au fost tratate în următoarele referate: *Scheme și soluții privind reglarea livrării căldurii în sistemele de termoficare din România*, elaborat de ing. Maria Stamate și ing. Monica Olteanu de la ISPE, *Scheme de racordare a instalațiilor interioare la rețeaua de termoficare* de ing. Liviu Dumitrescu de la CSEAL, *Reglarea sistemului de termoficare din Timișoara* de dr. ing. I. Grünfeld de la DSAPC Timișoara.

În primul referat se analizează reglarea procesului de producție, transport și distribuție a căldurii prin rețelele de termoficare, și anume reglarea calitativă, cantitativă și calitativ-cantitativă sau mixtă. Se prezintă avantajele și dezavantajele fiecărei soluții de reglare, arătîndu-se că cea mai indicată este reglarea mixtă care va putea fi adoptată numai după asigurarea bazei teoretice și a materialelor necesare.

Schema de racordare cu amestec, racordare indirectă și acumulare, prezentată în cel de-al doilea referat, aduce o serie de avantaje prin reducerea necesarului de presiune pe partea de apă caldă menajeră, reducerea depunerilor de piatră și a pericolului de depășire a temperaturii maxime a apei calde menajere. De asemenea, schema permite o reducere a vîrfului de sarcină respectiv, o reducere a costurilor de investiție și exploatare și posibilitatea adoptării unui reglaj calitativ - cantitativ, cu toate avantajele sale.

În ultimul referat se prezintă problemele legate de reglarea hidraulică cu ajutorul diafragmelor de strangulare a sistemului de termoficare din Timișoara. Diafragmele au fost montate în punctele termice care nu consumau întregul disponibil de presiune din graficul piezometric.

EXPLOATAREA INSTALAȚIILOR DE ALIMENTARE CENTRALIZATĂ CU CĂLDURĂ

Exploatarea instalațiilor de alimentare centralizată cu căldură pune o serie de probleme care se cer a fi rezolvate în bune condiții, ținînd seama de faptul că defecțiunile care pot să apară afectează în general un număr mare de consumatori.

Principala sarcină în cadrul exploatării constă în funcționarea fără întrerupere a instalațiilor, cu realizarea condițiilor de temperatură la consumatori.

Acest deziderat se realizează prin întreținerea profilactică preventivă care se efectuează pe baza unui program de operații de control și revizie cu ajutorul unui personal calificat, dotat cu scule, aparatajele și materialele necesare.

De asemenea, realizarea parametrilor funcționali necesită un personal de exploatare calificat, care să asigure funcționarea în bune condiții a agregatelor de la sursele termice sau a punctelor de transformare.

Existența unui dispecerat central, care să coordoneze activitatea de exploatare în funcție de consum legat de condițiile meteorologice sau funcționale, se impune în cazul alimentării cu căldură prin termoficare.

În cadrul exploatării, asigurarea unui reglaj corespunzător al instalației, care să urmărească cît mai apropiat necesarul de căldură solicitat de consumatori și verificarea funcționării la parametrii proiectați ai punctelor de consum, constituie o sarcină continuă a organizațiilor de exploatare.

Reducerea costului salariilor personalului de exploatare și realizarea unor condiții superioare în funcționare și siguranță se realizează prin automatizarea funcționării surselor termice și a stațiilor de transformare.

Introducerea unor scheme de automatizare cît mai simple, care să ducă la un cost minim de investiții și care să reducă necesitățile de import, constituie o sarcină de mare actualitate.

Exploatarea unui mare număr de centrale termice și puncte termice lipsite de instalații de automatizare duce la risipă de combustibil, de energie electrică de pompare și la un cost mărit al cheltuielilor legate de personalul de exploatare.

Producerea în țară a aparatajelor de automatizare și echiparea, într-un timp cît mai scurt, a surselor și punctelor de transformare vor putea asigura o exploatare mai eficientă și sigură a instalațiilor de alimentare centralizată cu căldură.

În referatul *Exploatarea instalațiilor de termoficare a orașului București*, elaborat de ing. S. Rădulescu de la Întreprinderea de gaze și termoficare, se prezintă principalele probleme legate de exploatarea unui centru urban cuprinzînd cca 87 000 de apartamente racordate la termoficare, cu o rețea de termoficare în lungime de 140 km, cu 68 stații termice de preparare centralizată a apei calde menajere și elevatoare, 102 stații termice cu schimbătoare de căldură și 450 de puncte termice cu elevatoare.

Preocupările exploatării s-au îndreptat în special spre rezolvarea următoarelor probleme:

— funcționarea fără întrerupere a instalațiilor, cu realizarea și menținerea în clădiri a temperaturii de confort;

— eliminarea cauzelor care duc la cheltuieli suplimentare de combustibil în CET;

— reducerea cheltuielilor de distribuție a căldurii prin automatizarea funcționării stațiilor de transformare.

În lucrare se prezintă o serie de indicatori de exploatare realizați în prezent și tendința de reducere a acestora ca urmare a introducerii automatizării, precum și problemele de exploatare rezolvate cu ajutorul unui dispecerat central de termoficare.

În referatul *Scheme și soluții privind reglarea livrării căldurii în sistemele de termoficare din România*, elaborat de ing. Maria Stamate și ing. Monica Olteanu de la ISPE, pe lîngă problemele legate de schemele și soluțiile de reglare se pune și problema organizării exploatării prin dispecer de termoficare care să asigure:

— conducerea operativă a funcționării sistemului de termoficare;

— analiza tehnico-economică a funcționarii sistemului de termoficare.

REȚELELE DE DISTRIBUȚIE A CĂLDURII

Alimentarea centralizată cu căldură presupune lungimi mari de rețele și de aceea se acordă o atenție sporită concepției de realizare a lor. După cum s-a menționat, diametrul și raza maximă de alimentare de la o sursă au, în țara noastră, valori dintre cele mai ridicate.

Se folosesc rețele montate atît aerian, cît și subteran. Pentru motive economice, montarea aeriană e preferată în industrie sau în zonele urbane în care nu se pun probleme de aspect. Soluțiile aplicate sînt analizate în referatul *Sisteme constructive de rețele de termoficare adoptate în prezent și în perspectivă în România*, elaborat de ing. N. Niculescu, ing. N. Toader, ing. I. Dragomir și tehn. M. Mierlea. Se au în vedere și soluții noi pe baza unor comparații economice.

Una din aceste soluții, a cărei experimentare a fost începută la noi în țară, este aceea a montării direct în pămînt a conductelor izolate cu bitum pulverulent. Referatul de analiză a acestei soluții, elaborat de ing. M. Voinea, ing. Niculina Stoica și tehn. A. Țepeș, prezintă avantajele soluției cu caracteristicile acesteia.

Elementele de calcul privind transferul de căldură al rețelelor îngropate sînt

analizate în referatele „*Optimizarea grosimii izolației rețelelor termice îngropate*, elaborat de dr. ing. C. Bogos de la Trustul de construcții Iași, și *Propagarea căldurii prin sol în cazul traversărilor ortogonale necoplanare a canalelor de suprafață de către un canal termic total îngropat*, elaborat de dr. ing. V. Leonăchescu de la Institutul de construcții București. Elementele prezentate sînt de natură să îmbogățească metodele de calcul tehnic și economic al izolării conductelor.

Tot un aspect al funcționării rețelelor este analizat în referatul *Pretensionarea optimă — criterii pentru proiectarea economică și montajul traseelor de conducte calde*, autori ing. M. Ardeleanu, ing. O. Dumitrescu și ing. M. Gheorghiu de la I.M.B. Se indică o metodologie de calcul al compensatorilor de dilatare care să ducă la soluția optimă în ceea ce privește pretensionarea conductelor calde.

BAZA MATERIALĂ

Dezvoltarea alimentării centralizate cu cădură a fost posibilă datorită îmbunătățirii bazei materiale, mai ales în ceea ce privește cazanele și echipamentul auxiliar pentru centrale, conducte și armături pentru diametre mari și presiuni ridicate, corpuri și aparate de încălzire pentru agenți termici cu temperaturi și presiuni ridicate, dar și cu ecarturi mari de temperatură, aparataj de automatizare etc.

În acest domeniu, progresul nu a fost însă la fel de rapid ca în privința concepției, și înțelegerea producătorului de materiale și aparataje de instalații nu a fost suficient de operativă. Echipamentul, care în trecut satisfăcea micile instalații de încălzire cu apă caldă ale locuințelor sau cu abur în industrie, nu a mai corespuns, iar apariția noului echipament s-a făcut cu dificultate. Am asistat chiar la procesul curios cînd, pe lîngă echipamentul cu parametri reduși ai vechilor soluții a apărut un altul, modern, dar numai la parametri mult superiori, similar echipamentului energetic, care a avut prioritate. În același timp a fost neglijat tocmai echipamentul cu parametri medii, cel mai necesar, aceasta cu referire în special la cazane, corpuri și aparate de încalzire, conducte și armături etc.

În prezent lipsesc o serie de aparataje de instalații de încălzire care să permită reducerea consumului de metal și a consumului de combustibil și energie de pompare.

Cu excepția convecto-radiatoarelor, nu s-au produs corpuri de încălzire ușoare, cu consum redus de metal, care să permită ridicarea parametrilor de temperatură și presiune.

Nu s-au produs schimbătoare de căldură de mare randament și cu pierderi mici de presiune.

Utilizarea unor micropompe, care să permită reducerea consumului de energie electrică de pompare, nu este posibilă, datorită faptului că nu s-au produs astfel de agregate în țară.

Faptul că nu s-au produs în țară aparatele de automatizare pentru punctele termice și centralele termice în sortimentele și gama de dimensiuni necesare a dus la aplicarea reglajului manual, care duce la lipsă de confort și consum suplimentar de energie termică.

Putem spune că procesul de completare a bazei materiale cu elementele necesare este în curs și că el va continua încă de-a lungul următorilor 5 ani.

Unele dintre echipamentele folosite au făcut obiectul analizei în cadrul unor referate. Astfel, în referatul *Aspecte ale funcționării bateriilor de încălzire la diverse ecarturi de temperatură*, elaborat de ing. Petre Terzei și ing. Ion Bogdan, de la ICMA, se analizează funcționarea bateriilor de încălzire la diverse ecarturi de temperatură și, în consecință, vitezele ce se realizează și regimurile de curgere ale agenților termici în funcție de mărimea bateriilor și a materialelor utilizate. Funcționarea bateriilor la ecarturi mici de temperatură poate duce la micșorarea cheltuielilor totale în medie cu 16%, la bateriile de oțel și cu 25% la bateriile de aluminiu.

Se prezintă, de asemenea, aspectele legate de vitezele optime ale agenților termici, cu consecințele tehnico-economice asupra numărului și tipodimensiunilor de baterii, ceea ce duce la reducerea prețului de cost.

Referatul *Posibilitățile cazanelor din centralele termice de a acoperi sarcinile variabile ale consumatorilor*, elaborat de dr. ing. N. Antonescu și ing. R. Zitti de la Institutul de construcții București, prezintă elementele de studiu privind funcționarea la sarcină variabilă a cazanelor.

În cazul în care o centrală termică trebuie să alimenteze un consumator care va provoca fluctuații de presiune, ceea ce duce la debite suplimentare, trebuie verificat dacă cazanul rezistă din punct de vedere al stabilității circulației de fluxuri suplimentare de căldură, respectiv măsurile care trebuie luate în caz de instabilitate.

CONTRIBUȚIA AUTORILOR STRĂINI

Colegii străini înscriși cu referate la conferință au adus o contribuție valoroasă prin referatele transmise, reprezentînd rezultatul unor studii personale sau al experienței acumulate în țările respective.

În referatul *Alimentarea cu căldură a grupurilor de clădiri industriale prin rețeaua de termoficare urbană la parametri ridicați de presiune și temperatură*, elaborat de prof. Vitold Kamler de la Politehnica din Varșovia, se prezintă avantajele economice și funcționale prin utilizarea directă a apei fierbinți în grupurile de clădiri individuale la care se folosesc corpuri de încălzire cu lichid intermediar.

În referatul *Termoficarea orașelor*, elaborat de ing. Wili Jarczik de la Institut für Heizungs, Lüftungs und Sanitärtechnik — Berlin, se prezintă un studiu elaborat pe baza proiectului de termoficare a orașului Berlin, cu ajutorul căruia se pot adopta diferite variante de proiectare și se pot determina datele necesare legate de producerea, distribuția și consumul de energie pentru sistemul de încălzire centrală și locală.

Profesorul I. Kozierski din Varșovia, în referatul *Influența sistemelor de încălzire asupra graficului de reglare a apei pentru încălzirea construcțiilor*, prezintă date de proiectare pentru dimensionarea instalațiilor de încălzire în cazul utilizării de corpuri de încălzire și scheme de racordare diferite la aceeași rețea de alimentare cu căldură.

În lucrarea *Racorduri la clădiri pentru rețele de termoficare în sistemul construcțiilor civile moderne*, elaborată de ing. Jürgen Meyer de la Institut für Heizungs, Lüftungs und Sanitärtechnik — Berlin, se prezintă soluțiile de racordare și se stabilesc procedeele care să admită fabricarea industrială a acestor instalații. Se tratează totodată și problemele de exploatare economică a instalațiilor de alimentare cu căldură.

Problemele legate de metodele de alegere a sistemelor de reglare în alimentarea cu căldură, pe baza clasificării instalațiilor de termoficare și cu ajutorul unui sistem informațional, sînt tratate în referatul *Metode pentru alegerea sistemelor de reglare în alimentarea cu căldură*, elaborat de ing. P. Sternberg de la Institut für Heizungs, Lüftungs und Sanitärtechnik — Berlin.

O nouă metodă matematică pentru calculul pierderilor de căldură în rețelele de distribuție urbană este prezentată în referatul cu acest titlu, autor dr. ing. M. Janowski din Polonia.

Referatul *Determinarea caracteristicii termice a unui panou radiant pentru încălzirea halelor industriale*, autori ing. I. Iliev și V. Karlson din Bulgaria, prezintă rezultatul încercărilor făcute cu un panou radiant din eternit și metodologia respectivă de calcul.

Au mai fost prezentate referatele: *Stadiul actual și perspectivele automatizării și reglării consumului de căldură în sistemele de alimentare cu căldură din U.R.S.S.*, autor dr. ing. S. A. Cistovici — U.R.S.S.; *Automatizarea și telemecanizarea complexă a instalațiilor de cazane*, autor ing. V. A. Sviridenco — U.R.S.S.; *Alimentarea cu căldură a zonelor industriale*, autor dr. ing. Jürgen Lehman — R.F.G.; *Încălzirea și ventilarea Universității din Bochum*, autor dr. ing. Helmut Laackso — R.F.G.

Discuțiile care au urmat referatelor prezentate au subliniat interesul pe care participanții l-au manifestat pentru problemele expuse. Cu acest prilej s-au făcut completări și informări interesante pe marginea tematicii conferinței.

Succesul celei de-a IV-a Conferințe de instalații s-a evidențiat prin numărul și conținutul referatelor ca și prin larga participare de care s-a bucurat. În acest fel, Conferința a IV-a a continuat tradiția începută o dată cu conferințele desfășurate anual din 1967.

În concluziile conferinței s-a subliniat importanța actuală a problemei alimentării centralizate cu căldură și căile de viitor în ceea ce privește soluțiile tehnice și extinderea bazei materiale.

În final, participanții au trimis o telegramă Comitetului Central al P.C.R. exprimînd atașamentul lor față de politica partidului, manifestat printr-o susținută activitate profesională la locurile lor de muncă.

ADUNAREA GENERALĂ ANUALĂ A INSTITUTULUI INTERNAȚIONAL DE SUDURĂ (Lausanne-Elveția, iulie 1970)

Lucrările Comisiei XV — Concepția și execuția construcțiilor sudate și calculul asamblărilor

Conf. dr. ing. C. Dalban

1. INTRODUCERE

În perioada 12—18 iulie 1970 s-au desfășurat la Lausanne lucrările adunării generale anuale a Institutului Internațional de Sudură din care fac parte, ca membre, 33 țări, printre care și țara noastră.

La Lausanne au fost înscriși 950 de participanți și s-au prezentat lucrări din 28 țări.

O delegație română a participat la lucrările unora din cele 17 comisii, pe diferite specialități. La lucrările Comisiei XV ,,Concepția și execuția construcțiilor sudate și calculul asamblărilor'' a participat conf. dr. ing. Const. Dalban, de la Institutul de construcții București.

În cele ce urmează sînt prezentate principalele probleme care s-au discutat în cadrul acestei comisii și unele aspecte de la alte manifestări desfășurate în cadrul adunării generale.

2. LUCRĂRILE COMISIEI XV

În cadrul Comisiei XV activează patru subcomisii și trei grupuri de lucru.

În cadrul **subcomisiei XV A ,,Calculul îmbinărilor sudate supuse la încărcări statice''** au fost luate în examinare o serie de probleme :

— S-a propus îmbunătățirea formulelor de calcul al îmbinărilor cu suduri în relief pe baza rezultatelor experiențelor efectuate în ultima perioadă ; în această problemă catedra de construcții metalice din București a avut și ea o contribuție originală (Doc. XI—258—68). Delegația olandeză și-a asumat sarcina să efectueze o redactare preliminară care să formeze un punct de plecare al unor norme de calcul.

Sînt în curs experimentări asupra sudurilor în relief executate automat sau semiautomat.

— A fost examinată problema influenței eforturilor unitare normale asupra capacității portante a sudurilor în relief, o problemă relativ controversată sub aspectul ei teoretic. Experiențele efectuate în Olanda au arătat că efectul longitudinal de întindere sau de compresiune poate fi neglijat la calculul sudurilor în relief. Alte încercări efectuate în R. F. a Germaniei au confirmat rezultatele obținute de cercetătorii olandezi.

— Capacitatea portantă a prinderilor grinzilor de stîlpi cu ajutorul sudurii a constituit preocuparea mai multor lucrări.

Încercări efectuate în Olanda s-au referit în special la lungimea activă a cordoanelor de sudură, care prind grinzile dublu **T** de stîlpi cu secțiunea dublu **T** și respectiv cu secțiune închisă dreptunghiulară, care nu sînt prevăzuți cu nervuri de rigidizare în zona prinderilor. Au fost propuse formule simple de calcul pentru aplicarea în proiectare.

Alte încercări efectuate în Japonia au avut drept scop să stabilească deformațiile și eforturile suplimentare produse de sudură în elementele de prindere ale grinzilor de stîlpi, în cazul unor prinderi mixte cu buloane de înaltă rezistență, pretensionate și cu sudură.

— Încercări efectuate în Olanda s-au referit la influența clasei de calitate a oțelului asupra capacității portante a construcțiilor metalice. Studiul a urmărit în special să stabilească limitele de folosire a unor oțeluri de clase inferioare la elemente lucrînd în anumite condiții defavorabile, care influențează asupra proprietăților plastice. Au fost încercate detalii de prindere sudate ale unor grinzi de stîlpi și îmbinări cu sudură în relief realizate din oțeluri de diferite clase de calitate. Unele elemente au fost încercate la șoc în recipiente speciale, supuse la temperaturi negative.

— Tot în cadrul acestei subcomisii s-au prezentat și unele lucrări cu caracter teoretic de calcul, privind un procedeu de programare a calculului de rezistență, cu aplicare la îmbinări sudate (Polonia), și stabilirea unor metode de determinare prin calcul a eforturilor în îmbinări cu suduri în relief (R.F.G., Japonia).

În cadrul acestei subcomisii, delegatul român a prezentat lucrarea **Încercări pe elemente încovoiate consolidate sub sarcină**, care aduce o contribuție la rezolvarea unei probleme cu aplicații practice în domeniul construcțiilor metalice și care nu căpătase pînă în prezent o rezolvare satisfăcătoare în proiectare și execuție. Lucrarea a fost bine apreciată de delegații prezenți, fiind acceptată ca document al Institutului Internațional de Sudură (Doc. XV—298—70) care va fi difuzat tuturor celor 33 țări membre ale I.I.S.

Subcomisia XV C ,,Concepția construcțiilor sudate'' a fost înființată de curînd și are în programul ei o serie de lucrări în curs de elaborare :

— Comportarea plăcilor supuse la eforturi de tracțiune perpendiculare pe grosimea lor.

— Stabilirea procedeelor de sudare în funcție de metalul de bază folosit.

— Alegerea oțelului în funcție de condițiile de proiectare, execuție și exploatare.

În cadrul acestei subcomisii se urmărește a se efectua o anchetă privind factorii care duc la ruperea fragilă și prevederile existente în prescripțiile de proiectare din diferite țări privitor la această problemă.

Subcomisia XV D ,,Aluminiu'' a prezentat în adunarea generală a Comisiei XV unele lucrări efectuate în Franța : un tablou al principalelor aliaje care sînt folosite la construcții sudate, împreună cu specificarea materialelor de aport folosite pentru diferite tipuri de aliaje, în funcție de procedeul de sudare. Datele prezentate pot fi extinse și la aliajele similare folosite în alte țări.

Subcomisia a mai pregătit o serie de lucrări privind calculul pieselor și asamblărilor sudate prin procedeul MIG (calcul folosit de normele franceze), precum și referitoare la unele încercări privind sudarea și rezistența mecanică a îmbinărilor sudate.

De comun acord cu subcomisia XV A, a fost stabilit un program comun pentru inițierea unei serii de încercări pe piese sudate din aliaje de aluminiu. Încercările, care au început de curînd, sînt efectuate, în colaborare, de patru țări (R. F. a Germaniei, Italia, Olanda și Polonia), iar rezultatele vor fi

prezentate în cadrul unei reuniuni viitoare.

Subcomisia XV E ,,Calculul îmbinărilor sudate la elemente tubulare" a prezentat două lucrări elaborate în Statele Unite ale Americii şi respectiv în Japonia privind comportarea îmbinărilor în formă de K, reprezentînd nodurile unor grinzi cu zăbrele supuse la solicitări variabile. Este în curs de pregătire o lucrare care se referă la concepţia construcţiilor tubulare sudate.

În cadrul grupurilor de lucru au fost redactate, în colaborare cu Institutul Internaţional de Standardizare (ISO TC/44) unele lucrări privind clasificarea îmbinărilor sudate în funcţie de defectele admisibile.

Tot în cadrul comisiei XV a fost constituit, începînd din anul 1970, un grup de lucru care urmează să se ocupe cu problemele sudurii şi ale construcţiilor sudate din profile cu pereţi subţiri.

3. LUCRĂRILE COMISIEI XIII

Lucrările **comisiei XIII ,,Încercări de oboseală"** au fost axate în special pe analiza rezultatelor unor încercări experimentale efectuate asupra unor elemente şi piese sudate supuse la solicitări variabile. Este de remarcat tendinţa de a se încerca piese care să modeleze cît mai apropiat organele de maşini sau elementele de construcţii metalice.

Problema specială a oboselii la elemente de construcţii metalice este în preocuparea unui grup de lucru mixt format din delegaţi ai comisiilor XV şi XIII şi care are ca sarcină elaborarea unei lucrări privind corelaţia între comportarea efectivă a construcţiilor supuse la solicitări care produc ruperi prin oboseală şi rezultatele obţinute la încercări de laborator.

4. ALTE MANIFESTĂRI DESFĂŞURATE ÎN CADRUL ADUNĂRII GENERALE I.I.S.

Conferinţa Houdremont 1970, intitulată **Unele aspecte metalurgice ale sudurii aliajelor de aluminiu**, a prezentat, printre altele, stadiul actual al aplicării sudurii la elemente din aliaje de aluminiu şi a subliniat problemele care urmează a fi luate în studiu în viitorul apropiat de către I.I.S.

Şedinţa publică s-a ţinut cu participarea specialiştilor din diferite ramuri ale tehnicii sudării şi a avut ca obiect general de dezbatere **Calitatea impusă construcţiilor sudate**. În această şedinţă s-au dezbătut o serie de referate privind construcţii supuse la presiuni interioare (recipiente, instalaţii din industria chimică şi nucleară etc.), precum şi alte construcţii sudate (construcţii navale, poduri, şarpante, material rulant, construcţii mecanice etc.).

5. APRECIERI ASUPRA MODULUI DE LUCRU

Institutul Internaţional de Sudură prezintă o organizare deosebit de eficientă care asigură o activitate continuă a membrilor săi, permiţînd în acelaşi timp schimbul de informaţii tehnice în perioada dintre două adunări. Lucrările elaborate în această perioadă sînt difuzate tuturor membrilor celor 17 comisii de specialitate, analizate şi supuse apoi aprobării în cadrul adunărilor generale, devenind documente ale I.I.S. Pentru analiza acestor lucrări, comisiile şi subcomisiile mai pot ţine unele şedinţe de lucru în timpul anului.

Discuţiile care au loc în cadrul şedinţelor de lucru anuale sau la adunările generale devin deosebit de fructuoase datorită faptului că ele se fac pe baza unor materiale difuzate din timp pentru a fi cunoscute în detaliu de toţi participanţii.

În cadrul adunărilor generale sînt organizate expoziţii de aparataje moderne pentru sudare, standuri de cărţi şi reviste de specialitate din ţările participante. Se organizează rulări de filme tehnice aduse de delegaţi şi se vizitează uzine, şantiere şi laboratoare din vecinătatea oraşului gazdă.

POZIŢIA REALĂ A ARMĂTURII IN STRUCTURILE DE BETON, STABILITĂ PRIN MĂSURĂTORI

Capacitatea portantă a unei structuri de beton armat depinde, în primul rînd, de poziţia barelor armăturii. Ţinînd seama de ritmul rapid de lucru din zilele noastre pe şantierele de construcţii, se poate presupune că, adesea, poziţionarea armăturii nu se face cu precizia specificată în proiect.

Studii întreprinse pe diferite şantiere din Suedia, discuţii cu furnizorii, personalul de conducere, lucrătorii şi supraveghetorii, au relevat că armătura este montată cam de aceeaşi manieră în întreaga ţară. Grija — sau lipsa de grijă — dovedită în această privinţă pare să fie similară peste tot în Suedia.

Investigaţii prin măsurători s-au făcut în special la armarea plăcilor de planşeu şi, într-o oarecare măsură, la pereţi. Poziţia armăturii a fost examinată în ceea ce priveşte barele armăturii de rezistenţă de pe reazemele centrale şi cele de capăt.

În unele lucrări, armarea era realizată în sistemul clasic, cu bare izolate, la altele era constituită din carcase sau plase sudate de diferite tipuri. Rezultatele au fost prelucrate statistic, diferitele sisteme de armare au fost studiate şi comparate.

Metode de măsurare

Măsurătorile au fost efectuate, întîi, după montarea armăturii şi, apoi, după ce betonul a fost turnat şi a început să se întărească.

Înainte de înglobarea armăturii în beton, s-a măsurat distanţa dintre faţa superioară a barelor şi partea de sus a cofrajului.

Citirile s-au făcut cu un instrument conceput special în acest scop.

După turnare, s-au măsurat cotele părţii de sus şi de jos ale plăcii, cu ajutorul unei nivele şi, separat, s-a măsurat grosimea stratului de beton de protecţie a armăturii, cu ajutorul unui aparat magnetic (pachometru) tip TEBA N 6.

Prelucrarea statistică a valorilor medii şi respectiv a celor maxime şi minime, privind poziţia reală a armăturilor într-o structură de beton, s-a concretizat în tabele, diagrame şi curbe de frecvenţă.

Rezultatele

Rezultatele studiilor şi măsurătorilor pe şantier demonstrează limpede că precizia dimensională a poziţiei armăturii în structurile de beton este foarte scăzută. Abaterile sînt peste toleranţele prevăzute de noile prescripţii suedeze pentru betonul armat.

Armătura, atît barele de rezistenţă, cît şi dispozitivele pentru sprijinirea şi menţinerea poziţiei lor, prezintă abateri dimensionale.

Aşa-zisa armătură prefabricată, plase şi carcase sudate, concepute să reazeme direct pe cofraj prin suporturile lor, nu sînt întru totul corecte în ceea ce priveşte dimensiunile pe înălţime.

Dispozitive de poziţionare, constituite din bare longitudinale susţinute pe distanţieri (aşa-numitele scăunele), concepute să rezeme pe armătura de jos, adesea sînt poziţionate intenţionat la o înălţime redusă, deoarece armătura de la partea inferioară este în general denivelată. Prin aceasta se evită ca, accidental, această armătură să fie aşezată prea sus, datorită, de exemplu, rosturilor pereţilor care au fost turnaţi prea înalţi sau distanţierilor prea groşi.

Montarea a dovedit adesea deficienţe în precizia dimensională pentru toate elementele. Armătura din partea superioară de peste reazemele mijlocii adeseori nu are distanţieri în mijloc, ceea ce face ca armătura să se îndoaie considerabil înspre partea inferioară.

Armătura, de orice fel, de la partea superioară, poate fi poziționată incorect pe înălțime deoarece ea reazemă pe armătura grinzilor, pe conducte de scurgere etc. În unele cazuri, s-a observat că armătura era pur şi simplu absentă sau întreruptă acolo unde accesul era blocat de conducte sau țevi.

Defecțiunile la armătura montată sînt foarte frecvente. Ca să se facă loc de trecere, „mustățile" sînt îndoite lateral în mod foarte neglijent. Barele orizontale sînt călcate în picioare şi deplasate cînd se montează diversele instalații.

Defecțiunile din timpul turnării sînt foarte grave. Barele de armare, prost sau insuficient de corect montate, sînt serios deformate cînd se calcă pe ele sau cînd betonul este turnat în cofraj. S-a întîmplat totuşi ca barele deplasate să poată fi corectate într-o măsură acceptabilă în cursul lucrului.

Aproape în toate cazurile, grosimea plăcilor era mai mare decît în prescripții. De cele mai multe ori, acest lucru se datoreşte armăturii de la partea superioară care a fost plasată prea sus, fiind totodată prevăzută cu acoperirea normală de beton. A reieşit astfel că poziția armăturii de la partea superioară a determinat practic grosimea reală a plăcii, ca urmare a tendinței de a stabili nivelul superior al betonului plăcii prin menținerea unui strat de acoperire a armăturii de sus pe bază de apreciere din ochi.

În toate cazurile, grosimea acoperirii a fost mai mare decît cea prescrisă. Aceasta pentru că este mai uşor să nivelezi fața superioară a plăcii, cînd armătura este adînc implantată în beton.

În ceea ce priveşte armătura pereților, s-a pus adeseori în evidență că aceasta putea fi uşor mişcată cu mîna şi putea fi lesne deplasată în timp ce se lucra la diferite instalații în perete. Betonul turnat şi tijele vibratoarelor deplasează şi ele armătura. Aşa-numita *armătură centrică* din perete nu este centrică, ci trebuie să fie împinsă într-o parte ca să facă loc pervibratoarelor.

Investigațiile efectuate au demonstrat că trebuie făcute eforturi mai mari pentru a îmbunătăți atît metodele de armare şi de turnare, cît şi metodele de control, poziția reală a armăturii într-o structură trebuind că corespundă poziției calculate, prevăzută prin proiect.

(*Reprodus după un raport asupra unor cercetări efectuate în Suedia pentru Consiliul de Cercetări în Construcții, publicat* în **National Building Research Summaries** *R 5 : 1970*).

RECENZII

V. G. Berezanțev
РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ СООРУЖЕНИЙ
Пособие по проектированию
Calculul terenului de fundație.
Îndrumar pentru proiectare
Moscova, Stroiizdat, 1970, 208 pag.

Lucrarea regretatului prof. V. G. Berezanțev, fostul şef al Catedrei de geotehnică şi fundații de la Institutul de ingineri de căi ferate din Leningrad, reprezintă o sinteză a activității sale îndelungate de elaborare de metode, fundamentate ştiințific, pentru calculul terenului de fundație pe baza luării în considerare a criteriilor de deformație şi capacitate portantă. Alături de metodele sale proprii de calcul, se expun şi cele ale altor autori, printre care şi cea a cercetătorului român dr. ing. Eugen Zaharescu.

Lucrarea constă din 10 capitole.

Primul capitol este consacrat expunerii principiilor fundamentale de calcul al terenului de fundație, care iau în considerare stările limită, iar capitolul al doilea prezentării metodelor de a determina indicii geotehnici necesari calculelor pe baza încercărilor de laborator şi de teren.

În capitolul al treilea, consacrat metodelor actuale de evaluare a tasărilor datorite îndesării terenului, autorul menționează caracterul lor aproximativ şi arată utilitatea confruntării rezultatelor date de calcule cu măsurători de tasare a construcțiilor reale. După cum se ştie, în țara noastră se desfăşoară o astfel de acțiune, în special de către INCERC.

Capitolul IV, care de altfel este şi cel mai întins, cuprinde o expunere a metodelor principale de calcul al capacității portante a terenului de fundație, şi anume : cele bazate pe luarea în considerare a unor suprafețe de rupere plane sau curbe, a dezvoltării unor zone plastice în teren şi, în special, a metodei de rezolvare a problemei plane a echilibrului limită a mediilor disperse dată de V. V. Sokolovski. Autorul a ştiut şi aici, ca de altfel şi în restul lucrării, să expună probleme complicate într-o formă extrem de simplă.

În continuare, autorul a prezentat metoda sa de rezolvare a echilibrului limită pentru problema spațială, precum şi influența sîmburelui îndesat elastic asupra capacității portante, Tot în acest capitol sînt prezentate metodele M. V. Malîsev, V. S. Hristoforov, M. S. Mințikovski, E. Zaharescu, K. Terzaghi, G. G. Meyerhof, care țin seamă de încărcările înclinate, de existența sîmburelui elastic sau de alți factori. La sfîrşitul capitolului se expun pe scurt principiile metodei date de M. I. Gorbunov — Posadov pentru problema mixtă în cazul terenurilor nisipoase.

Capitolul V conține o expunere privind caracterul deformațiilor în funcție de starea de îndesare a pămîntului şi adîncimea de fundare, problemă în care contribuția autorului a fost esențială.

În capitolul VI se prezintă metode aproximative de calcul al tasărilor terenurilor nisipoase şi argiloase în cazul cînd se dezvoltă zonele plastice.

Un capitol deosebit de important este cel în care se prezintă metodele practice de calcul al capacității portante în cazul problemei plane.

Spre deosebire de alte metode aproximative, în metoda lui Berezanțev suprafața de rupere nu se ia în mod arbitrar ci este determinată în conformitate cu teoria echilibrului limită şi se ține seamă şi de greutatea proprie a pămîntului. Se examinează diferite feluri de încărcări (verticale, înclinate, centrale, excentrice) şi se arată modul de determinare a coeficientului de siguranță, menționîndu-se totodată că valoarea uzuală, în prezent de 2,5—3, conține încă rezerve şi deci este susceptibilă de a fi micşorată.

Capitolul conține de asemenea un număr însemnat de exemple practice de calcul.

În capitolele VIII şi IX se prezintă metodele de calcul al capacității portante a fundațiilor de adîncime redusă şi mare. În primul caz se mai poate observa refularea pămîntului pînă la suprafață, pe cînd în ce de-al doilea, numai o refulare interioară.

Ultimul capitol este deosebit de interesant prin faptul că se prezintă calcule comparative de capacitate portantă şi tasare, efectuate cu diferite metode care au o mai mare răspîndire în prezent. Pe această bază, autorul trage concluzia justă că majoritatea metodelor de calcul al capacității portante duc la rezultate destul de acoperitoare.

Lucrarea este scrisă într-un stil foarte clar, iar prezentarea grafică este îngrijită.

Faptul că autorul a reuşit ca, într-o lucrare de volum relativ redus, să facă o prezentare sintetică a celor mai noi metode de calcul al capacității portante şi al estimării tasărilor, cu exemplificări judicios alese, reprezintă o contribuție remarcabilă la îmbunătățirea metodelor de proiectare a fundațiilor.

Pentru acest motiv considerăm că traducerea lucrării în limba română ar reprezenta un ajutor substanțial pentru constructorii din țara noastră.

M. J. Tomlinson

FOUNDATION DESIGN AND CONSTRUCTION

Proiectarea şi executarea fundaţiilor

Londra, Pitman Publishing Co., 1969, Ed. II, 796 pag.

După cum mărturiseşte autorul în prefaţă, scopul său a fost de a elabora un manual pentru proiectarea şi executarea fundaţiilor, necesar inginerului practician. Cu toate că nu s-a intenţionat elaborarea unei lucrări de mecanica pămîntului, era inevitabil ca ea să cuprindă şi exemple de aplicare a acestei discipline.

Trebuie arătat de la început că autorul a reuşit să elaboreze o lucrare cuprinzătoare care reflectă stadiul actual al cunoştinţelor de fundaţii care îşi găsesc aplicare în practica curentă. Poate că acest fapt a determinat primirea favorabilă de care s-a bucurat această a doua ediţie a lucrării, care, la un an după apariţie, a trebuit retipărită.

Lucrarea cuprinde 13 capitole, 2 anexe şi un indice tematic de autori.

În primul capitol, consacrat investigaţiilor pe teren, se face o prezentare sistematică a elementelor necesare a fi obţinute cu ocazia acestor lucrări, a modului de prelucrare a datelor şi de elaborare a raportului geotehnic.

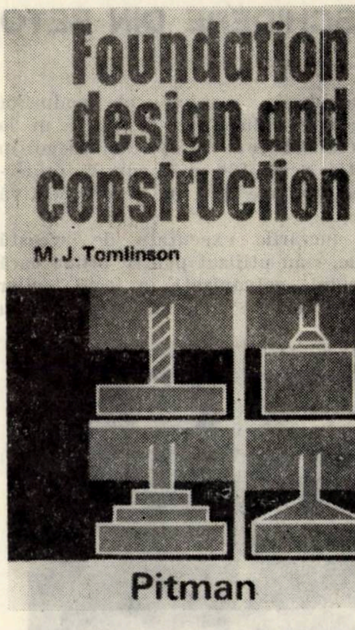
Capitolul 2, *Principii generale de proiectare a fundaţiilor*, este consacrat metodelor de a evalua capacitatea portantă a terenului, calculului distribuţiei presiunilor sub talpa de fundaţie şi estimării tasărilor.

Un caracter inedit îl are capitolul 3, *Proiectarea fundaţiilor în raport cu mişcările terenului*, care tratează despre mişcările pămînturilor argiloase datorite umezirii şi uscării, cele datorite temperaturilor coborîte, filtraţiei apei prin pămînt şi eroziunii de suprafaţă, vibraţiilor, alunecărilor, prăbuşirii galeriilor miniere. Este de remarcat că în paragraful referitor la filtraţia apei prin pămînt şi eroziunea de suprafaţă este citată soluţia dată de acad. Aurel Beleş şi prof. ing. Ion Stănculescu pentru oprirea tasărilor clădirilor de la Ocna Sibiului, datorate dizolvării părţii superioare a masivului de sare de către apele subterane.

În capitolul 4, *Fundaţii de suprafaţă*, după o prezentare a problemei presiunilor admisibile pe terenurile coezive şi necoezive, se trec în revistă metodele de proiectare şi execuţie a fundaţiilor sub pereţii portanţi, a fundaţiilor izolate şi continue sub stîlpi, precum şi a fundaţiilor din apropierea altor construcţii existente.

Capitolul 5 este consacrat *Fundaţiilor pe radiere casetate*, care se caracterizează prin faptul că greutatea pămîntului excavat compensează o parte însemnată din încărcarea adusă de suprastructură. După o prezentare a sistemelor prin care se realizează această descărcare parţială, se dau, pentru fiecare din ele, exemple de lucrări importante realizate.

În continuare se arată efectele (tasări, deplasări laterale sau alunecări, coborîrea nivelului apei subterane ca ur-



mare a pompării, umflarea fundului săpăturii etc.) care pot rezulta prin executarea unor săpături adînci, cum sînt cele pentru radierele de descărcare, asupra construcţiilor învecinate, precum şi mijloacele de a combate aceste efecte. Ultima parte a capitolului se ocupă cu hidroizolaţiile fundaţiilor.

Capitolul 6, *Fundaţii pe puţuri şi chesoane*, începe cu consideraţii privind capacitatea portantă şi frecarea la aceste tipuri de fundaţii, după care se trece la prezentarea diferitelor metode de execuţie. În ultima parte a capitolului se dau exemple de lucrări executate pe chesoane.

În capitolul 7, *Fundaţii pe piloţi* : 1. *Capacitatea portantă a piloţilor şi a fundaţiilor pe piloţi*, se prezintă modul de lucru al acestor tipuri de fundaţii, metodele de evaluare a capacităţii portante pentru diferite tipuri de piloţi (prefabricaţi, turnaţi în loc) în terenuri variate (necoezive, coezive, umpluturi), dîndu-se şi exemple numerice de evaluare a capacităţii portante.

Capitolul 8, *Fundaţii pe piloţi* : 2. *Proiectare şi metode de execuţie*, prezintă diferite sisteme de piloţi prefabricaţi şi turnaţi pe loc, metode de înfigere sau tehnologia de execuţie, aspectele economice ale fundaţiilor pe piloţi, precum şi considerentele ce trebuie avute în vedere la alegerea tipului de piloţi.

Capitolul 9, *Executarea fundaţiilor*, prezintă probleme legate de lucrările pregătitoare, metodele de excavare şi sprijinire, calculul împingerii în cazul săpăturilor, precum şi exemple luate din practică.

În capitolul 10 se prezintă problemele legate de proiectarea şi executarea digurilor şi batardourilor. În afară de batardourile cu pereţi simpli, dubli şi a batardourilor celulare din pereţi de palplanşe, se descriu şi batardourile de beton armat din piloţi secanţi, diafragme continue, batardourile din blocuri sau grinzi precomprimate şi batardourile mobile. În ultima parte a capitolului se descriu lucrări executate în ultimii ani şi la care s-au folosit sistemele menţionate mai înainte.

Capitolul 11 este consacrat *Controlului apei subterane în excavaţii*. După o primă parte referitoare la evaluarea infiltraţiilor de apă în săpătură, se arată metodele bazate pe pompare (epuisment direct, puţuri, filtre aciculare, electroosmoză), pe injectare cu ciment, argilă sau substanţe chimice, precum şi metoda prin îngheţare. În ultima parte a capitolului se prezintă anumite probleme deosebite ce pot apărea în timpul combaterii apei din săpătură, cum sînt tasări suplimentare ca urmare a coborîrii nivelului general al apei subterane, pericolul refulării fundului săpăturii datorită apei sub presiune. Tot în cadrul acestui capitol, în afară de metodele de îmbunătăţire a pămîntului menţionate mai înainte, se prezintă şi procedeul de îndesare în adîncime a nisipurilor, cunoscut în literatură sub denumirea de *vibroflotare*, şi care nu a fost încă folosit în ţara noastră.

Capitolul 12 este consacrat *Metodelor de sprijinire şi subzidire a fundaţiilor*, printre care şi cele folosite în cazul mutării clădirilor de la un loc la altul.

Ultimul capitol al lucrării este consacrat *metodelor de protejare a fundaţiilor împotriva substanţelor sau vietăţilor care se găsesc în pămînt sau în apă*.

În general, lucrarea lui M.J. Tomlinson, conducător tehnic al firmei Wimpey din Anglia, se caracterizează prin faptul că nu face apel la teorii complicate, ci pune accentul pe problemele practice ce pot apărea în timpul proiectării sau executării lucrărilor de fundaţii şi considerăm că tocmai acest mod de tratare o face foarte utilă pentru cei preocupaţi de realizarea unor fundaţii sigure şi economice. Traducerea lucrării în limba română ar fi de un real folos cercurilor inginereşti de la noi din ţară.

Conf. dr. ing. **Silvan Andrei**

Realizări remarcabile din beton precomprimat*

S. U. A.

PODURI DE MARE DESCHIDERE DIN BETON PRECOMPRIMAT

În urmă cu 20 de ani, a fost executat în S.U.A. primul pod de beton precomprimat (**Walnut Lane Bridge** — fig. 1), la Philadelphia.

Deşi conceput cu grinzi prefabricate (de 2 m înălţime la o deschidere de aproximativ 48 m — fig. 2), podul a fost realizat prin turnare pe eşafodaj, pentru a evita dificultăţile legate de montarea grinzilor cîntărind cîte 135 tone fiecare.

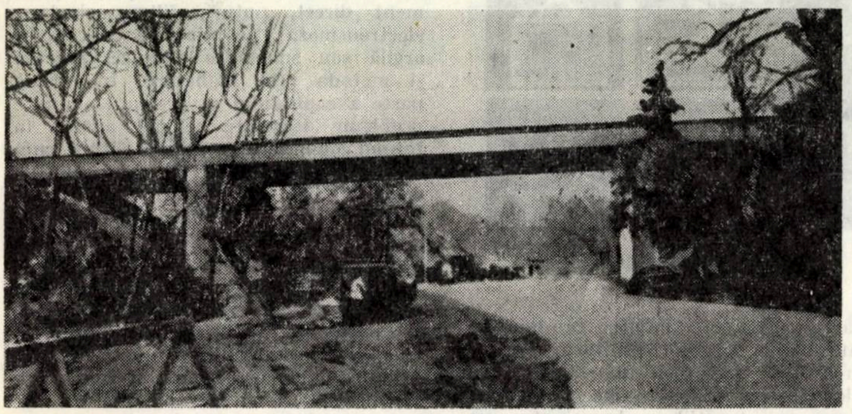


Fig. 1

După ce betonul a atins rezistenţa prescrisă (aproximativ 380 kg/cm^2), precomprimarea s-a făcut cu sîrme individuale ⌀ 7 mm, de rezistenţă cca 15 000 kg/cm^2, introduse în goluri dreptunghiulare şi pretensionate la aproximativ 8 800 kg/cm^2.

Acum 15 ani, s-a introdus utilizarea toroanelor ca armături pretensionate, ceea ce a permis o rapidă dezvoltare a betonului precomprimat la grinzi de mare deschidere. Un exemplu elocvent în această direcţie îl constituie realizările Diviziei pentru autostrăzi din California :

— Podurile de beton precomprimat de mare deschidere au reprezentat, faţă de totalul podurilor executate de acest departament 16 % în anul 1966, 23 % în 1967 şi 37 % în 1968.

* Din materialele prezentate la cel de-al VI-lea Congres F.I.P. – Praga, iunie 1970.

Deschiderile maxime ale podurilor au crescut neîncetat : peste 91 m la **viaductul Mission Valley** (San Diego) în execuţie, peste 136 m în curs de proiectare şi aproape 170 m în perspectivă imediată.

La lucrările executate de această Divizie, s-au utilizat pentru prima oară ţevi rigide galvanizate în locul tecilor flexibile, ceea ce a permis reducerea cu 10–20 % a cantităţii necesare de oţel pretensionat prin reducerea sensibilă a pierderilor de tensiune prin frecare.

Pentru exemplificare, se prezintă **podul peste rîul Eel** din apropierea oraşului Garberville (fig. 3). Podul, cu trei deschideri, are o lungime de aproximativ 213 m, cu o deschidere centrală de aproximativ 82 m. Suprastructura are o înălţime variabilă de 2,40 m în mijlocul deschiderilor şi de 4,50 m deasupra pilelor. Inimile exterioare ale secţiunii casetate au fost înclinate pentru a reduce înălţimea văzută a suprastructurii şi pentru a accentua svelteţea ei. Pentru încadrarea în peisajul înconjurător, s-a acordat o atenţie specială pilelor masive, a căror formă a rezultat din considerente arhitectonice şi la care s-a utilizat beton colorat.

Pentru precomprimare s-au folosit fascicule de 31 de toroane ⌀ 1/2'', din sîrme cu rezistenţa de 19 000 kg/cm^2 introduse în ţevi rigide cu diametrul de aproape 12 cm. Fiecare fascicul a fost pretensionat cu o forţă de 435 t, respectiv 75 % din forţa de rupere.

Podul a fost proiectat pentru a fi precomprimat cu fascicule de lungime parţială ancorate în diafragme transversale. Pentru a uşura executarea operaţiilor interioare de precomprimare, numai inimile exterioare sînt continue ; inimile interioare, una în zonele de momente negative şi cîte două în zonele de momente pozitive, se termină în diafragme situate în punctele de moment nul sub încărcarea permanentă. Fasciculele scurte din inimile exterioare sînt ancorate în ieşinduri executate pe feţele laterale ale grinzilor.

Prin utilizarea fasciculelor scurte s-a urmărit a se obţine, pe de o parte, posi-

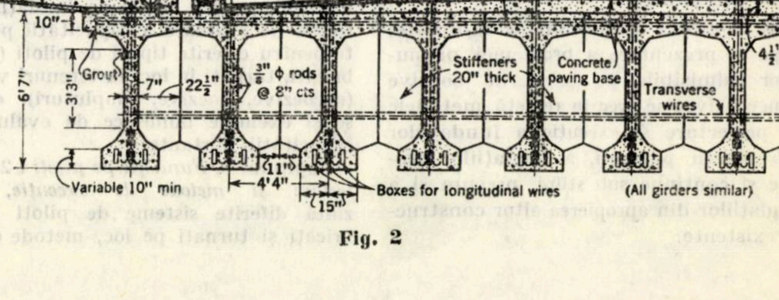


Fig. 2

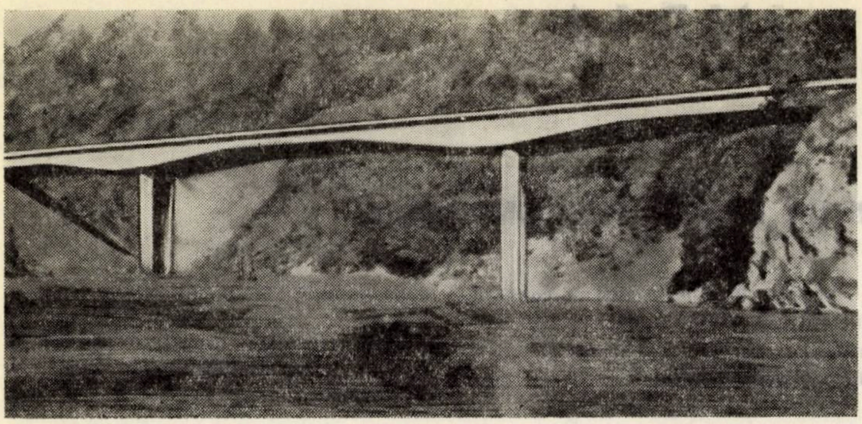


Fig. 3

bilitatea unei variaţii economice a cantităţii de armătură pretensionate (de la 7 la 31 fascicule în diverse secţiuni), iar, pe de altă parte, reducerea efectului unor pierderi exagerate de tensiune prin frecare pe întreaga lungime a podului. Totuşi, prin ordin de şantier, în timpul execuţiei s-a cerut introducerea a cîte două fascicule continue în inimile exterioare.

Utilizarea ţevilor metalice rigide în locul tecilor plastice a permis reducerea sensibilă a pierderilor de tensiune din frecare: la un fascicul în lungime de 216 m, totalul pierderii de tensiune măsurate a fost mai mic decît jumătate din valoarea calculată cu $\mu = 0{,}25$ şi $k = 0.0002$.

Introducerea fasciculelor în ţevile metalice şi pretensionarea lor a decurs fără probleme speciale: deşi echipa de lucru nu avea experienţa unor astfel de fascicule, s-a reuşit, după scurt timp, a se executa pretensionarea a 8 fascicule pe zi.

O problemă interesantă a constituit-o injectarea tecilor, ţinînd seama că pentru un fascicul a fost necesar aproape 1,5 m^3 de mortar: în mod surprinzător, injectarea s-a putut face de la un singur capăt la o presiune de aproximativ 10 atm. Pentru injectarea tuturor ţevilor podului au fost necesare peste 100 tone de ciment.

Precomprimarea nu a determinat fisurarea în nici un punct de ancorare: reazemele din elastomer s-au comportat foarte bine, permiţînd scurtarea structurii.

Lucrarea s-a dovedit economică: costul a fost de aproximativ 300 dolari pe metru pătrat de suprafaţă de platelaj.

POD DIN PREFABRICATE DE BETON SUSŢINUTE PE UN SINGUR CABLU

Pentru trecerea peste Rio Colorado (în Costa Rica), *T. Y. Lin* a propus executarea, pentru prima oară, a unui pod utilizînd acţiunea de cadru a pilelor înclinate şi la care platelajul este realizat pe o structură suspendată pe cabluri (fig. 4) de aproximativ 100 m deschidere.

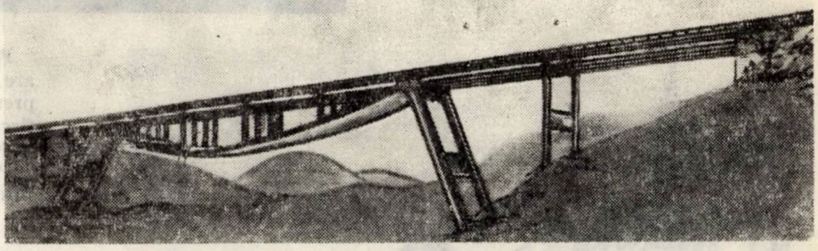


Fig. 4

Procedeul de execuţie: 1 — Executarea fundaţiilor, a pilelor verticale şi a ancorajelor cablurilor; 2 — Se aşază prefabricatele platelajului peste pilele verticale; 3 — Se aşază stîlpii înclinaţi prefabricaţi, susţinuţi de cabluri; 4 — Se aşază cablurile suspendate şi prefabricatele menite să le acopere. Se efectuează o pretensionare parţială a cablurilor; 5 — Pe această platformă, se dispun „montanţii" verticali ai acestei „grinzi" originale; 6 — Se aşază elementele **T** prefabricate ale platelajului şi se efectuează pretensionarea finală a cablurilor.

STADIUL ACTUAL ŞI PERSPECTIVE DE DEZVOLTARE ALE INDUSTRIEI DE PREFABRICATE DIN BETON PRECOMPRIMAT

Apărută în urmă cu 20 de ani, industria de prefabricate din beton precomprimat a cunoscut o dezvoltare rapidă. Astăzi produc — în S.U.A. şi Canada — un număr de 395 de fabrici cu un volum de vînzări de 550 milioane de dolari.

Această dezvoltare constituie un argument în favoarea raţionalităţii economice a folosirii prefabricatelor de beton precomprimat şi a aprecierilor optimiste privind perspectivele de dezvoltare în continuare.

Se apreciază că în 1975 cererile de astfel de prefabricate vor reprezenta 20% din totalul sumelor afectate construcţiilor.

În acest sens, se consideră că programul guvernului federal de a se ajunge la executarea anuală a 2,6 milioane apartamente (cu 1,1 milioane mai mult decît nivelul actual) va constitui un stimulent deosebit.

Se prevede, de asemenea, o lărgire sensibilă a gradului de utilizare a elementelor prefabricate de beton precomprimat la tuburi de presiune, traverse de cale ferată, poduri de mare deschidere (elemente asamblate pe şantier prin armături postîntinse).

Pentru a permite această dezvoltare sînt în curs de studiu şi de elaborare: standardizarea la scară naţională, elaborarea de noi procedee tehnologice, producerea de armături din oţel de înaltă rezistenţă cu relaxare redusă, programe de calcul cu computerul şi cataloage cu detalii specifice în ajutorul proiectanţilor.

Un aspect interesant îl constituie sistemul de certificare a fabricilor de prefabricate, introdus din anul 1967, sistem menit să asigure calitatea producţiei. Fabricile trebuie să respecte condiţiile impuse de un *Manual pentru controlul calităţii* elaborat de Institutul de beton precomprimat (P.C.I.), indiferent dacă unităţile respective sînt sau nu membre ale acestui institut. Controlul îndeplinirii condiţiilor menţionate este asigurat de o unitate independentă de inspecţie (*Ross Bryan and Associates of Nashville, Tenn.*). În cazul în care se constată că o fabrică nu respectă prevederile din manualul menţionat, i se retrage certificatul de calitate.

INDIA

PODURI DE BETON PRECOMPRIMAT

În ultimii patru ani s-au executat în India peste 30 km de poduri de beton precomprimat, cea mai mare parte pentru clasele de încărcare A sau AA, cu o lăţime a părţii corosabile de 7,30 m.

Realizate în diferite sisteme constructive (grinzi simplu rezemate, pile în V, grinzi cu console etc.), aceste poduri au atins deschideri din ce în ce mai mari, depăşindu-se, la podul peste Gange 175 m.

Dintre lucrările executate în ultimii ani, se citează în continuare cîteva mai reprezentative:

Podul peste Bassein Creek, la Bombay (fig. 1), are o lungime totală de 555 m cu 8 deschideri: 48,5 + 2 × 57,25 + + 2 × 114,5 + 2 × 57,25 + 48,5 m. Cele patru deschideri centrale au fost executate prin procedeul *în consolă* şi formează un tablier continuu de 343,5 m lungime. Celelalte deschideri sînt realizate cu grinzi simplu rezemate.

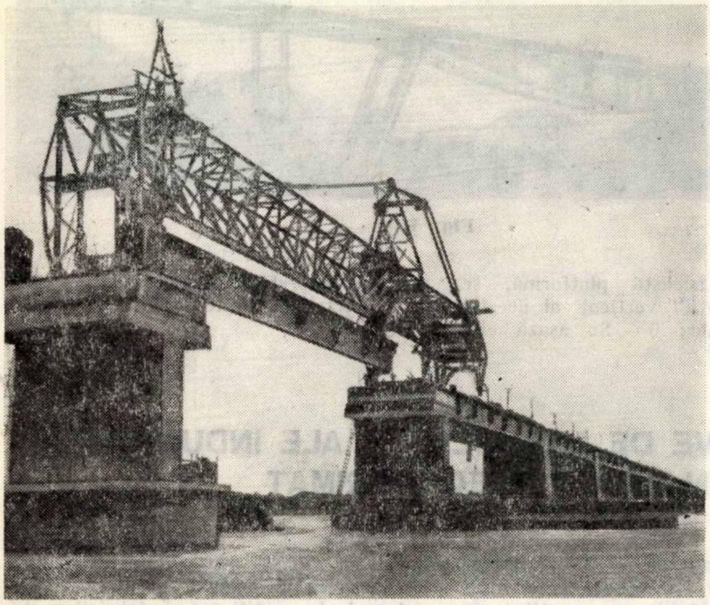
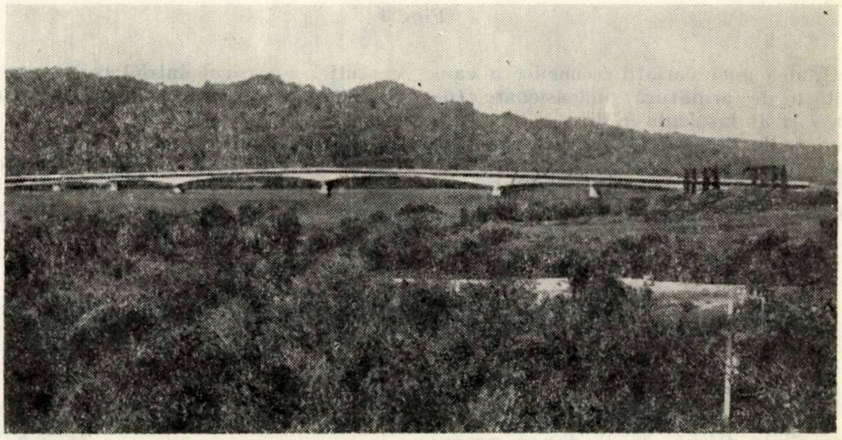


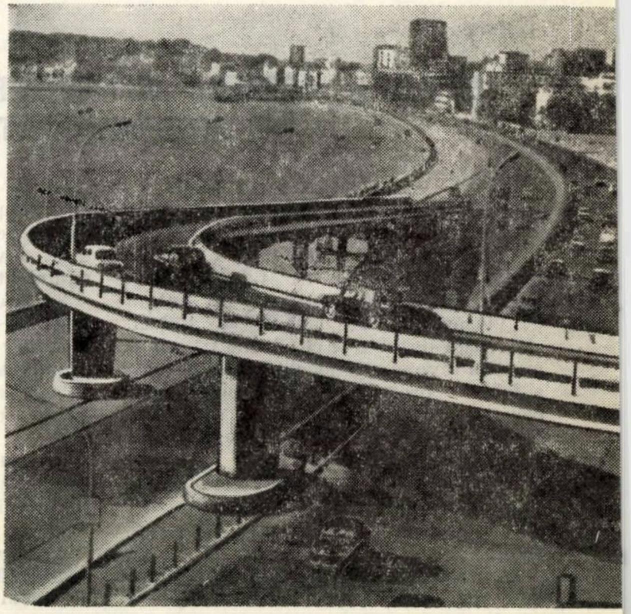
Fig. 1 ▶



Podul Rupnarayan de la Kolaghat (fig. 2) are 14 deschideri de cîte aproximativ 53 m; împreună cu cele 15 deschideri de aproximativ 17,7 m fiecare ale viaductului, lungimea totală depăşeşte 1000 m.

Pilele chesonate sînt şi ele din beton precomprimat.

◀ Fig. 2



Pasajul superior pentru trafic local, din Bombay (fig. 3), constituie o legătură vitală între autostrada de pe coasta şi interiorul oraşului Bombay. În lungime totală de cca 738 m, el este realizat din deschideri variind de la 9 m la 30 m, cu diferite lăţimi. Înălţimea suprastructurii reprezintă 1 : 26 din deschiderea maximă. Suprastructura este executată din grinzi prefabricate de beton precomprimat şi placă turnată *in situ*.

Fig. 3 ▶

Podul Kosi, de la Kursela (fig. 4), are o lungime totală de 1026 m şi constă din 16 deschideri de cîte aproximativ 64 m fiecare. Grinzile de beton precomprimat formează cadre cu pilele în V fundate pe chesoane la 42 m sub fundul rîului.

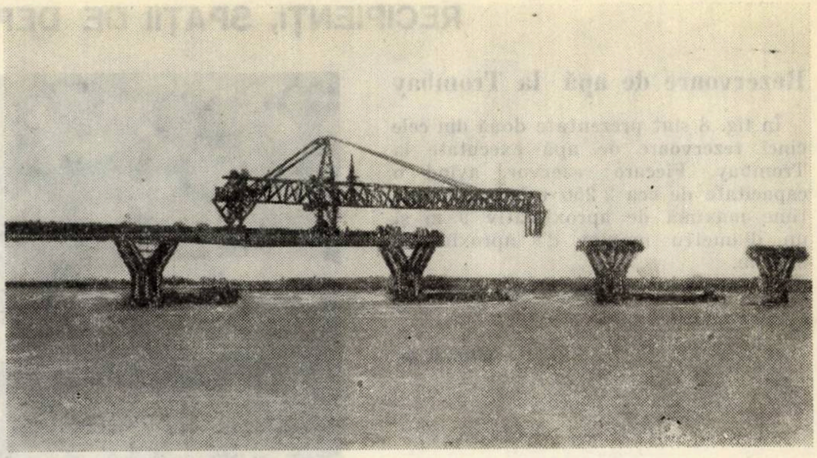
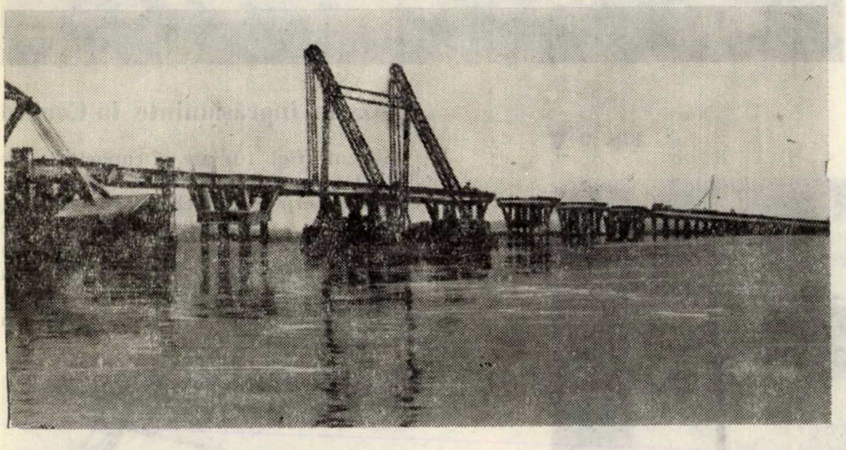
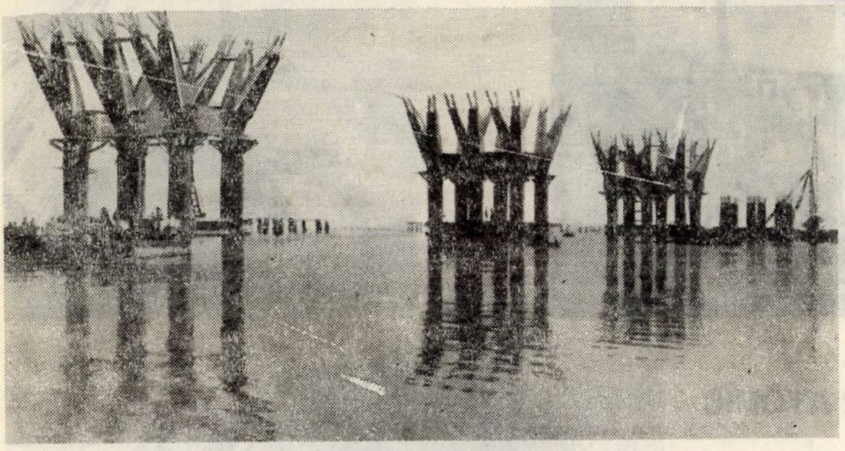


Fig. 4 ▶



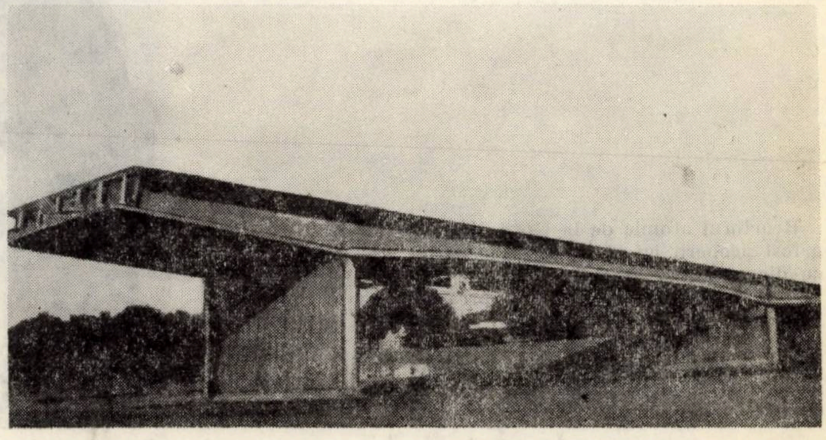
◀ Fig. 5

Podul peste Thana Creek (fig. 5) are o lungime totală de peste 1837 m şi 39 de deschideri variind între 36,2 m şi 53,4 m. Lăţimea părţii carosabile este de 13,4 m. Suprastructura este susţinută pe pile cu stîlpi verticali şi înclinaţi (fig. 6), fundaţi pe coloane forate Ø 2,35 m, ancorate în stîncă. Cele mai multe elemente componente ale structurii sînt preturnate.



◀ Fig. 6

Fig. 7 ▶

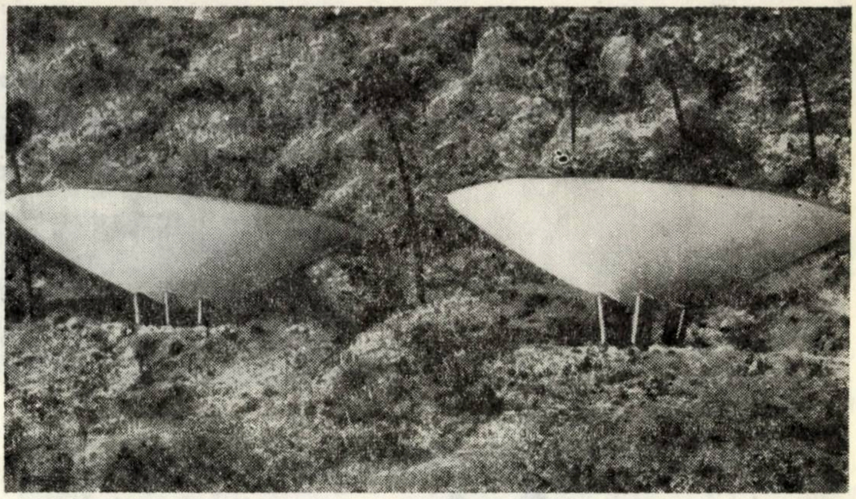


Podul Netaji Subhas de la Ahmedabad (fig. 7) are cinci deschideri principale, de peste 75 m fiecare, şi o lăţime a părţii carosabile de peste 18 m. Înălţimea grinzilor (precomprimate cu procedeul Freyssinet) variază de la 2,45 m, în mijlocul deschiderilor, la 3,35 m pe reazeme.

Rezervoare de apă la Trombay

În fig. 8 sînt prezentate două din cele cinci rezervoare de apă executate la Trombay. Fiecare rezervor, avînd o capacitate de cca 2 250 m³, are o înălțime maximă de aproximativ 9 m și un diametru maxim de aproximativ 21,5 m.

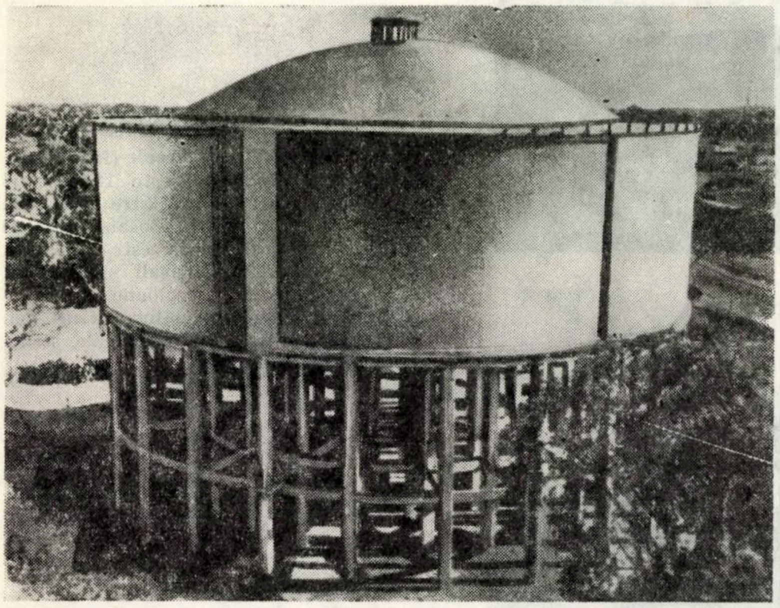
Fig. 8 ▶



Castel de apă la Kilpauk

Această lucrare (fig. 9) reprezintă cel mai mare castel de apă din beton precomprimat din Asia. El are un diametru de aproape 32 m și o capacitate de 6 750 m³.

Fip. 9 ▼



Siloz de îngrășăminte la Cochin

Silozul (fig. 10) are o capacitate de 30 000 tone de uree. Cu secțiune semicirculară, el are o deschidere de 36,6 m, o înălțime de 18,3 m și o lungime de peste 200 m. Silozul a fost executat cu elemente prefabricate curbate, care au fost monolitizate cu ajutorul unei precomprimări longitudinale și transversale în rosturi executate *in situ*.

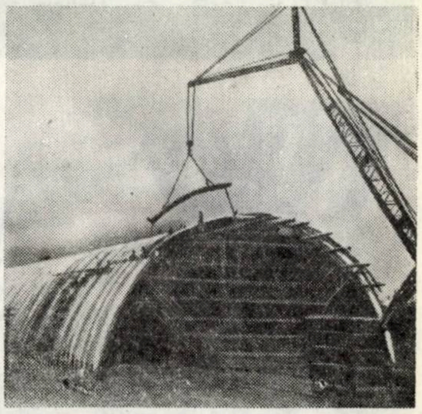
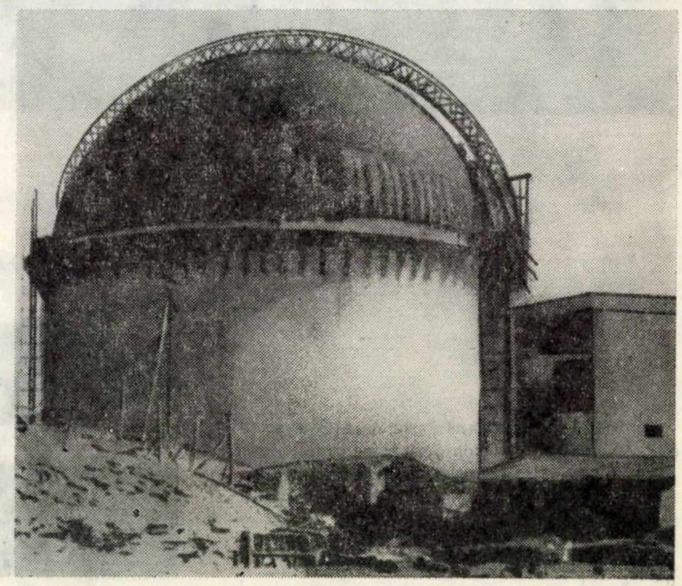


Fig. 10 ▶

ACOPERIȘUL UNUI REACTOR ATOMIC LA KOTA

Reactorul atomic de la Kota (fig. 11) a fost acoperit cu o cupolă semisferică cu diametrul de aproape 40 m, proiectată astfel încît să reziste la o presiune interioară de aproape 8 atm și o sucțiune de 1 atm. Fasciculele tip Freyssinet utilizate au fost dispuse pe o rețea ortogonală, în porțiunea superioară, și pe meridianele inelare, în porțiunea inferioară.

Fig. 11 ▶



ACOPERIȘURI LA CONSTRUCȚII INDUSTRIALE

Ședuri în portul Madras

O hală cu două deschideri de cîte 18 m și lungime de aproape 220 m a fost acoperită cu ședuri executate din grinzi tip Vierendeel și pane realizate din beton precomprimat cu armături postîntinse tip Gifford-Udall (fig. 12).

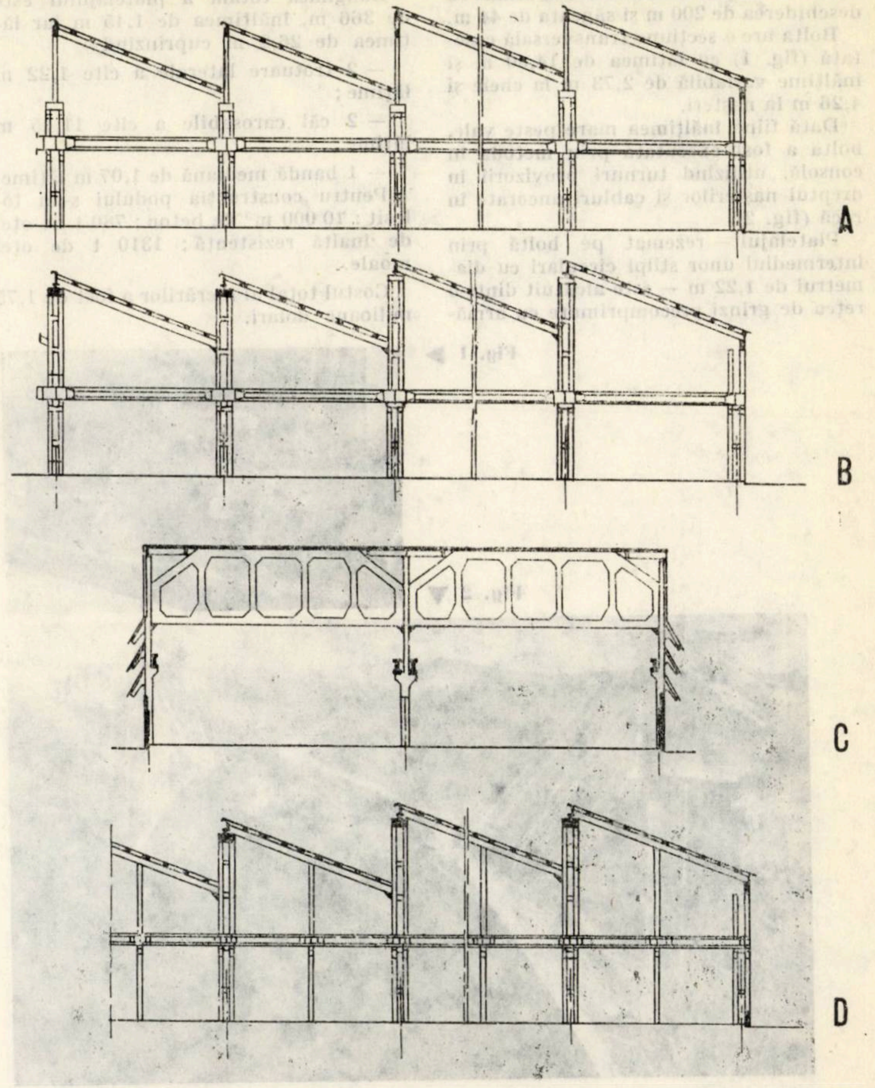


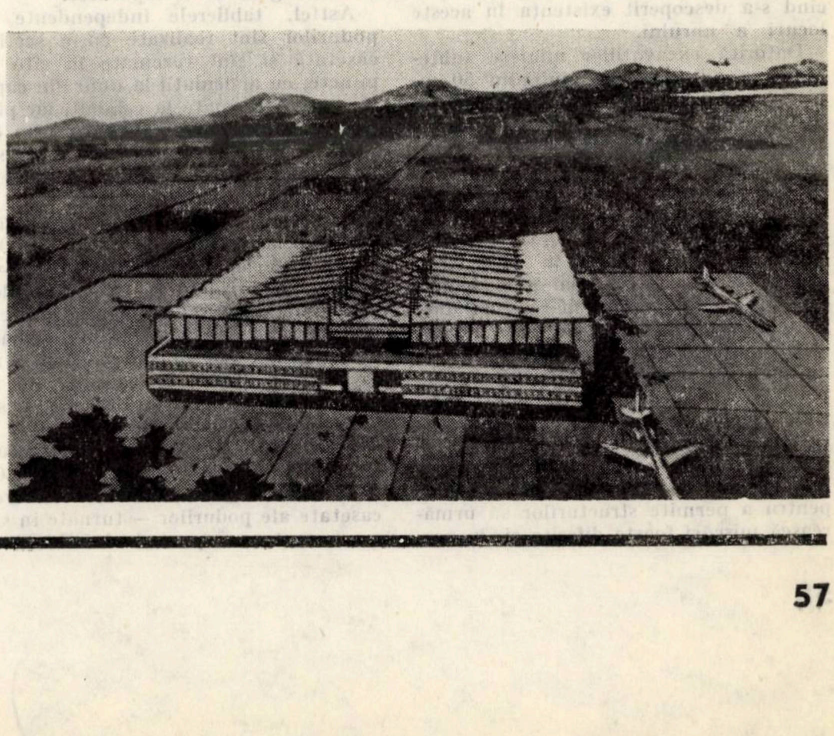
Fig. 12 – Ședuri în portul Madras:
A – Secțiune longitudinală curentă

B – Secțiune longitudinală prin stîlpi

C – Secțiune transversală

D – Secțiune longitudinală prin stîlpii exteriori

Fig. 13 ▶



Hangar de avioane la aeroportul Bombay

Acoperișul hangarului de avioane din Bombay (fig. 13) este realizat din placă suspendată continuă, multiplu cutată, în consolă cca 61,5 m de ambele părți ale unei zone centrale de cca 27 m. Susținerea porțiunilor în consolă este executată cu tiranți din beton precomprimat constituiți din cîte 9 fascicule Freyssinet avînd fiecare 12 sîrme Ø 7 mm.

PODUL PESTE CHEILE VAN STADEN

Între Cape Town şi Port Elizabeth, peste Cheile Van Staden, la înălţime de aproximativ 100 m peste firul văii, s-a executat un pod boltit de beton armat cu deschiderea de 200 m şi săgeata de 44 m.

Bolta are o secţiune transversală casetată (fig. 1) cu lăţimea de 14,60 m şi înălţime variabilă de 2,73 m la cheie şi 4,26 m la naşteri.

Dată fiind înălţimea mare peste vale, bolta a fost executată prin metoda în consolă, utilizînd turnuri provizorii în dreptul naşterilor şi cabluri ancorate în rocă (fig. 2).

Platelajul — rezemat pe boltă prin intermediul unor stîlpi circulari cu diametrul de 1,22 m — este alcătuit dintr-o reţea de grinzi precomprimate cu armături postîntinse: şase grinzi longitudinale, la interax de 4,26 m, şi cîte trei grinzi transversale în fiecare deschidere.

Lungimea totală a platelajului este de 366 m, înălţimea de 1,45 m iar lăţimea de 26,2 m cuprinzînd:

— 2 trotuare laterale a cîte 1,22 m lăţime;

— 2 căi carosabile a cîte 11,15 m lăţime;

— 1 bandă mediană de 1,07 m lăţime.

Pentru construcţia podului s-au folosit: 10 000 m^3 de beton; 780 t de oţel de înaltă rezistenţă; 1310 t de oţel moale.

Costul total al lucrărilor a fost de 1,75 milioane dolari.

Fig. 1 ▶

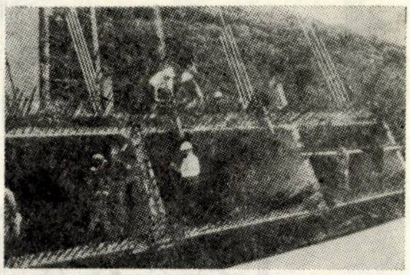
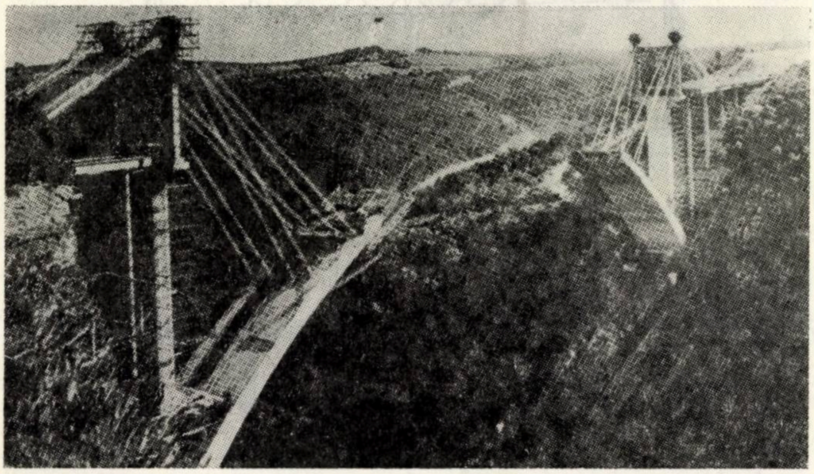


Fig. 2 ▼



CĂI DE TRAFIC RAPID ÎN JOHANNESBURG

Centrul actualului oraş Johannesburg este amplasat pe locul vechiului sat minier, transformat în oraş în 1886 cînd s-a descoperit existenţa în aceste locuri a aurului.

Datorită excavaţiilor miniere subterane, cu adîncimi de minimum 50 m, pe o zonă cu o lăţime de aproximativ 3 km s-au executat foarte puţine construcţii definitive. Din această cauză, s-a hotărît a se executa în această zonă — în care nu sînt necesare exproprieri costisitoare — căi de comunicaţii pentru trafic rapid.

Construcţiile necesare în acest scop urmau să suporte cele mai grele condiţii diferenţiale. Dată fiind marea varietate a tehnologiilor adoptate la minerit (pentru care astăzi lipsesc practic informaţiile), au lipsit datele necesare pentru aprecierea tasărilor. În consecinţă, ţinînd seamă şi de efectele cutremurelor, care constituie un fenomen curent la Johannesburg, a fost necesar a se lua măsuri constructive cu totul speciale pentru a permite structurilor să urmărească mişcări foarte diferite şi, în acelaşi timp, pentru a se putea aduce corecţiile impuse de aceste mişcări atunci cînd ating un nivel supărător.

Astfel, tablierele independente ale podurilor sînt realizate cu o secţiune casetată şi sînt rezemate în cîte trei puncte, cu articulaţii la unul din capete şi simplu rezemate la celălalt, iar pilele sînt dublu articulate. Prin aceasta este posibilă rotirea tablierelor atît în sens longitudinal cît şi transversal fără eforturi importante din torsiune.

În acelaşi timp, s-au prevăzut în lăcaşuri special amenajate prese de 300 t capabile să compenseze efectele — pe verticală şi pe orizontală — ale eventualelor tasări. Cu ajutorul unei instalaţii speciale de interconectare, sînt posibile deplasări de maximum 300 mm în sus şi 230 mm în jos, pe verticală, şi respectiv 400 mm în sens longitudinal şi 100 mm în sens transversal, pe orizontală.

Deschiderile podurilor variază, în funcţie de configuraţia terenului, între 30 m şi 37 m. Precomprimarea tablierelor casetate ale podurilor — turnate in situ, s-a executat cu procedeul LEOBA.

=1688

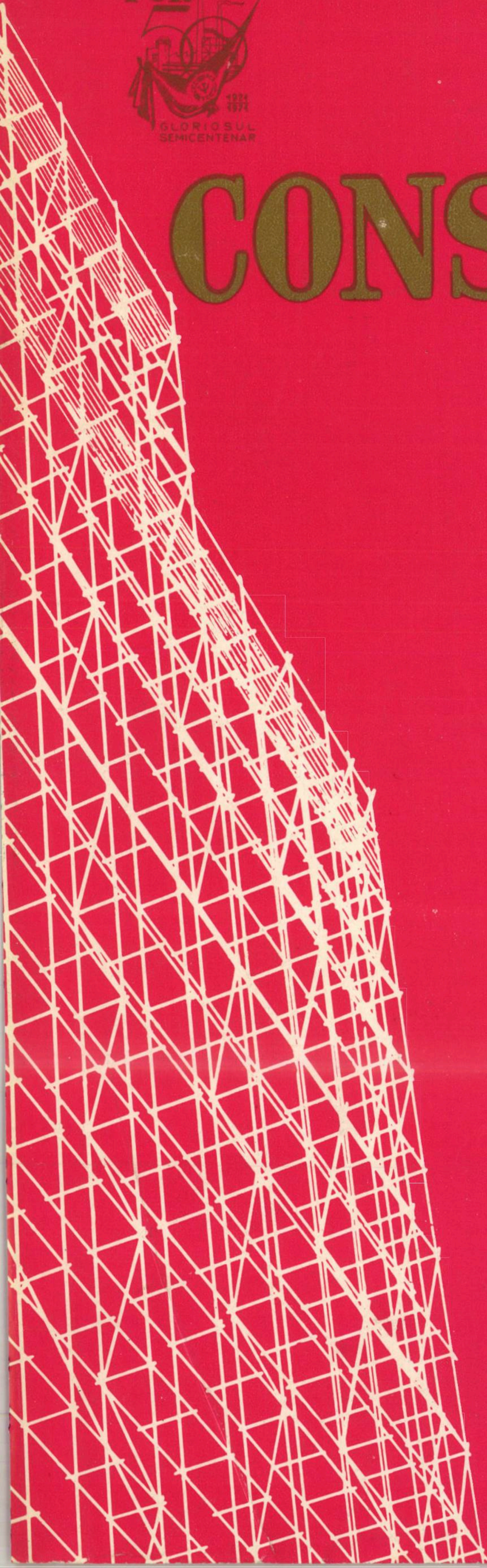
PCR 1921 1971 GLORIOSUL SEMICENTENAR

CONSTRUCȚII

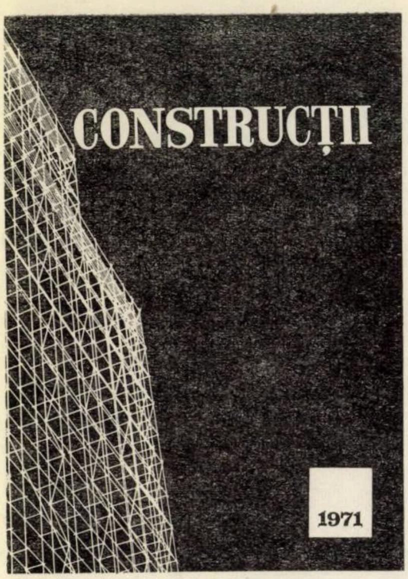
Geod.

REFERALVA

50



5
1971



Nr. 5/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

EDITORIAL

Gloriosul semicentenar 1

Ing. Vasile TICUȚĂ :

Silozuri cu celule exagonale înscrise într-un cilindru postcomprimat 5

Ing. Eugeniu DIMITRIU-VÂLCEA, fiz. Gheorghe PETRESCU, chim. Georgeta PIPERA :

Criterii de folosire a barierelor contra vaporilor la elementele de construcție ale clădirilor cu climat interior umed 14

Prof. dr. ing. Virgil FOCȘA, ing. Ion GAVRILAȘ, ing. Florin POTERAȘU :

Relativ la unele fenomene de condens și eflorescență la clădiri de locuit 25

Ing. Vasile DASCĂLU, ing. Alexandru DRĂGHICI :

Stabilirea experimentală a diagramelor de etalonare ale instalațiilor de precomprimare 31

Conf. dr. ing. Nicolae I. VOINA :

Determinarea amestecului de agregate la prepararea betoanelor pe baza curbelor de echicompactitate a sistemelor ternare 34

Ing. Sergiu CRUCEANU :

Calculul jetului de aer liber, neizoterm, utilizat în instalațiile de ventilație și încălzire cu aer cald 41

Prof. ing. Răducanu CIOROIU, ing. Nicolae BOGDAN :

Organizarea bazei de producție a unui mare trust de construcții-montaj din U.R.S.S. 46

NOTE

CRONICA

RECENZII

DOCUMENTAR

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția și administrația: Str. Episcopiei nr. 9, Sector 1.
Telefon : 16.49.14
Difuzarea: Calea Griviței nr. 6—10. Telefon: 16.00.09, interior 120
Căsuța poștală 2980
Prețul unui abonament anual : 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef **IMNR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific **INCERC** ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNST** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

SUMMARY

V. TICUȚĂ : Silo with hexagonal cells inscribed in a post tensioned cylinder

The author exposes a solution for prestressing slipformed silos built of seven hexagonal honeycombed cells, inscribed in a cylinder.

By prestressing the cylinder, axial stresses are introduced into the cells, able to annihilate the moments generated by the push of the storaged materials or by the knots reaction, the strengths in any given section resulting from the relation :

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W};$$

therefore it may be so arranged that N/A should always be bigger than M/W and consequently that we have only stresses in the walls.

As for the vertical prestressing, it is realized by wire-ropes introduced in the vertical voids especially left by slipforming, with their bottom end anchored in the slab foundation, while the stress and blocking are applied at their end, by well known methods.

E. DIMITRIU-VÂLCEA, GH. PETRESCU : Criteria of using steamproofing devices at constructional elements of buildings with wet indoor climate

The article is a study of synthesis involving design, lab tests, making and behavior in operation of the steamproof built-in screens and of steamproof protected walls used in Romania.

The causes of incongruities existing among the steamproofing coefficients adopted by various researchers abroad are explained as well as the valeus obtained in laboratory by conventional determination methods and those generally adopted at the design stage. The authors describe the principle of an original device for steam permeability test.

In conclusion, are shown the results acquired by check measurements surveying the behavior in time of some wall structures provided with steamproof screens or with aeration structures, made of modern materials and working in high-humidity conditions (halls of agrozootehnical complexes).

V. FOCȘA, I. GAVRILAȘ, FL. POTERAȘU : With regard to the condensation and efflorescence phenomena occuring in dwellings

The paper analyzes the poor behaviour of some outside walls of some dwellings, where, due to an insufficient capacity of thermal insulation, especially in the walls facing North, as well as in the thermal-bridge zones, condensation areas frequently appear, followed by all the troubles involved.

The authors examine the causes provoking these phenomena and try to clear up the mechanism generating them. Some advice as to how to avoid this kind of troubles in the new buildings are given in the conclusions, as well as some suggestions of how to cure these defficiencies in the existent dwellings.

N.I. VOINA : Determination of the aggregate mix at concrete batching on the basis of the ternary systems curves of equicompactness.

Taking into account that concrete strength is directly proportional to the square of its compactness, to assure a maximum compactness with a minimum of cement ratio, it is necessary that the aggregates have a minimum volume of voids and implicitly, a maximum of compactness.

Practically, the aggregates mix of maximum compactness is obtained by the gradation and recombination of different granular sizes, according to the granulation curves specified by the state standards for the various concrete marks.

The author tries to demonstrate theoretically and practically, that the actual granulation curves are but more or less particular cases of some wide possibilities of mixing several kinds of aggregates considered as basical for high performances of the concrete. To solve this problem one proceeds by including within a ternary system all the possible combinations of two and three fractions respectively, that, by mixing, generate the same volume of voids. This volume, being a complementary value to compactness, the author calls curves of equicompactness the curves with the same volume of voids.

V. DASCĂLU, A. DRĂGHICI : Experimental determination of standardizing diagrams of prestressing devices

To determine and control the prestressing force, that is to determine pressure control value, certain adjustments related to the loss of stress due to the frictions taking place in the prestressing devices, have to be considered.

The determination of these corrections is done generally only for the checking stress and constant values are frequently adopted (3–6%).

The article presents particular useful conclusions concerning the standardization of the prestressing devices, the determination of the friction coefficient in the presses and proposes the introduction of the standardizing diagrams. The analyzed graphs and results show the influence of the method and experimental conditions on the adjustment value to be considered in the calculation of the checking values of the prestressing force.

S. CRUCEANU : Computation of the non-isotherm free-air jet, applied in ventilation and hot-air heating

The present computation relations do not permit analytic determination of air speeds and temperatures in a point situated at a certain distance from the jet axis.

The computation relations elaborated on the bases of the free-turbulence theories of Prandtl-Gortler and Reichardt make possible to calculate air speed, temperature and humidity in any point of the room, situated at any distance from the jet axis thus permitting to determine precisely the degree of thermal comfort created in the area of activity or, starting from certain conditions required by the thermal comfort, to determine the parameters of air supply into the room (speed, temperature, humidity).

R. CIOROIU, N. BOGDAN : Management of the base of production of a great trust of constructions-erection in the USSR

The authors present in detail the organization of the Trust of constructions-erection of Tcherepovets (USSR) with a staff of 22,000 and completed works in 1970 amounting to 92 million roubles. The sections constituting the production-constructions department of the trust are there described : the prefab works, the concrete mixing plant, the prefab manufacturing yard, the mortar batching-mixing plant a.s.o.

SOMMAIRE

V. TICUŢĂ : Silo à cellules hexagonales inscrites dans un cylindre postcontraint

C'est une solution pour la précontrainte des silos en béton armé bâtis par coffrages glissants qu'on expose dans l'article et notamment des silos comportant sept cellules hexagonales groupées en rayon de miel, inscrites dans un cylindre.

Par la précontrainte du cylindre on introduit dans les cellules des contraintes axiales capables d'annuler les moments engendrés par la poussée des matériaux ensilosés ou par la réaction des noeuds, les résistances de n'importe quelle section étant données par la relation :

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

et par conséquent on peut s'arranger de telle manière que N/A soit toujours plus grand que M/W, donc d'avoir seulement des contraintes dans les parois.

Quant à la précontrainte verticale, elle s'effectue par cables en fascicules de torons introduits dans les passages verticaux réalisés par glissage, qui s'ancrent en bas dans le radier, tandis que la contrainte et le blocage sont pratiqués à la partie supérieure par des méthodes bien connues.

E. DIMITRIU-VÎLCEA, GH. PETRESCU : Les critères d'emploi des pare-vapeurs aux éléments structuraux des bâtiments à atmosphère intérieure humide

L'article représente une étude de syntese concernant le projet, les essais en laboratoaire, l'exécution et le comportement pendant l'exploitation des parevapeurs employés en Roumanie.

On explique les causes des non-concordances qui existent entre les valeurs des résistences à la preméabilité à la vapeur, adoptées par divers chercheurs à l'étranger, aussi bien qu'entre les valeurs obtenues en laboratoire par des méthodes classiques de détermination et les valeurs adoptées en général pour les projets.

Les auteurs décrivent le principe d'un appareil d'une conception originale pour la détermination de la perméabilité à la vapeur.

Les conclusions nous font connaître les résultats obtenus par les mesures de controle surveillant le comportement à la longue des parois munies de pare-vapeurs ou à structures d'aérage, réalisés à l'aide de materiaux modernes, fonctionnant en conditions de régime d'humidité élevée (halles pour agro-zoocomplexes).

V. FOCŞA, I. GAVRILAŞ, FL. POTERAŞU : Quelques phénomènes provoqués par la condensation et l'efflorescence dans les immeubles d'habitation

L'article analyse le comportement déficitaire de certaines parois extérieures des bâtiments d'habitation, où, à cause d'une insuffisante capacité d'isolation thermique, spécialement dans les parois face au nord, ainsi que dans les zones à ponts thermiques, des zones de condensation font fréquemment leur apparition, suivies par tout le cortège de désagréments implicites.

Les auteurs examinent les causes qui provoquent l'apparition de ces phénomènes et tâchent de déchiffrer le mécanisme de leur formation. On conclut par quelques conseils concernant les possibilités d'éviter ces désagréments dans les nouveaux bâtiments ainsi que des solutions à remédier les défauts de ce genre dans les immeubles existants.

N.I. VOINA : Détermination du mélange d'agrégats à la préparation des bétons sur la base des courbes d'équicompacité des systèmes ternaires

Ayant en vue que la résistance du béton est directement proportionnelle au carré de sa compacité, pour assurer une compacité maximale, à un dosage minimal de ciment, il est nécessaire que les agrégats aient le minimum d'espace entre eux, donc un maximum de compacité.

En pratique, pour s'assurer que le principe de la compacité maximale des agrégats est respecté, on fait le sortage et la recombinaison des différentes fractions conformément aux courbes de granulosité prévues par les normes d'état en vigueur pour les différentes marques du béton.

L'auteur essaye de démontrer théoriquement et pratiquement que les actuelles courbes granulométriques ne sont que des cas plus ou moins particuliers des possibilités beaucoup plus nombreuses de mélanges des diverses sortes d'agrégats considérés comme fondamentaux pour obtenir des bétons de qualité. Pour résoudre ce problème on a inscrit dans un systèms ternaire toutes les combinaisons possibles de deux, respectivement de trois fractions, qui, par malaxage, engendrent le même volume d'espaces vides. Ce volume, étant une dimension complémentaire à la compacité, l'auteur appelle les courbes ayant le même volume d'espaces vides, courbes d'équicompacité.

V. DASCĂLU, A. DRĂGHICI : Etablissement expérimental des diagrammes et d'étalonnage des installations de précontrainte

Pour pouvoir établir et contrôler la force de précontrainte, respectivement déterminer la valeur de la pression de contrôle, il faut prendre en considération certaines corrections imposées par les pertes de contraintes qui se produisent par frottement dans les installations de contrainte.

La détermination de ces corrections se fait en général seulement pour l'effort de contrôle et fréquemment on adopte des valeurs constantes (3—6%).

L'article présente des conclusions particulièrement utiles concernant l'étalonnage des installations de précontrainte, la détermination du coefficient de frottement dans les presses et propose l'introduction des diagrammes d'étalonnage.

Les graphiques et les résultats présentés dénotent l'influence de la méthode et les conditions d'expérimentation sur la valeur des corrections qui doivent être envisagées au calcul des valeurs de contrôle des forces de précontrainte.

S. CRUCEANU : Le calcul du jet d'air libre, non-isotherme, employé dans la ventilation et le chauffage à air chaud

Les relations de calcul existantes ne permettent pas la détermination analytique des vitesses et des températures de l'air dans un point situé à certaine distance de l'axe du jet.

Les relations de calcul élaborées sur la base des théories de la turbulence libre de Prandtl-Görtler et Reichardt permettent de déterminer la vitesse, la temperature et l'humidité de l'air dans n'importe quel point de le chambre, situé à n'importe quelle distance de l'axe du jet. Ainsi peut-on déterminer précisément le degré de confort thérmique réalisé dans la zone d'activité ou, en partant de certaines conditions imposées par le confort thermique, déterminer les paramètres pour l'introduction de l'air dans la chambre (vitesse, température, humidité).

R. CIOROIU, N. BOGDAN : L'organisation de la base de production d'un grand trust de construction-montage en URSS

Les auteurs exposent en détail l'organisation du Trust de construction-montage de Tcherepovetz, ayant un effectif de 22 000 salariés et un volume de travaux accomplis en 1970 de 92 millions roubles.

On présente les unités qui constituent le secteur de production-constructions de la base de production du trust : la fabrique de préfabriqués, la centrale à bétons, la plateforme de coulée des préfabriqués, la centrale d'enrobage etc.

INHALT

V. TICUTĂ : Silos aus sechseckigen Zellen in einem nachträglich gespanntem Zylinder eingeschrieben

Der Autor des Artikels beschreibt die bauliche Lösung die gewählt wurde für das Spannen der Stahleinlagen einer Silogruppe in Gleitschalungen gegossen; die Silos bestehen aus 7 sechseckigen Zellen nach dem Wabenmuster verlegt und in einem Kreiszylinder eingeschrieben.

Durch Vorspannen des Zylinders werden in die Zellenkonstruktion Achsialdruckkräfte eingeführt die schlisslich die Biegemomente aufheben die sich aus dem Innendruck der silogelagerten Materialien oder aus den Knotenwiderständen ergeben; das Spannungsbild in einem beliebigen Querschnitt lässt sich aus folgender Gleichung errechnen :

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

und es ist jeweils möglich N/A zweckmässig grösser als M/W zu wählen so dass in den Zellenwänden schliesslich nur Druckspannungen auftreten.

Vertikales Vorspannen geschieht unter Anwendung von Kabeln die aus einzelnen Stahldrähten bestehen und in den vertikalen Hohlräumen verlegt werden die während dem Hochziehen der Gleitschlung entstanden sind; die werden unter in der Gründungsplatte verankert, gespannt und schliesslich am oberen Ende nach üblichen Verfahren befestigt.

E. DIMITRU-VÂLCEA, GH. PETRESCU: Richtlinien für die Anwendung von Dampfsperren bei Bauteilen für Bauten mit feuchtem Innenklima

Der Artikel ist eine zusammenfassende Untersuchung über die Bemessung, Laborprüfund, Herstellung und Verhalten unter Betriebsbedingungen von Dampfsperren und von Wandkonstruktionen geschützt üblicherweise in Rumänien angewandten Dampfsperrentypen.

Es werden geklärt die mangelnden Übereinstimmungen zwischen den Dampfdurchlässigkeits-Widerstandwerte angegeben von verschiedenen ausländischen Forschern, und andererseits zwischen den Kennwerten errechnet nach verschiedenen klassischen Laborverfahren und den üblicherweise in Berechnungen angenommenen Werten. Die Autoren beschreiben die Grundlagen eines originellen Gerätes für die Bestimmung der Dampfdurchlässigkeit.

Im Abschluss werden angegeben einige Messergebnisse in Zusammenhang mit dem Verhalten unter Betriebsbedingungen von verschiedenen Wandkonstruktionen mit Dampfsperren oder Belüftungsvorrichtungen vorgesehen, insbesondere bei Anwendung von neuartigen Baustoffen oder unter Betriebsbedingungen gekennzeichnet durchhohe Feuchtigkeitswerte (Hallen für Landwirtschaft und Tierzucht).

V. FOCȘA, I. GAVRILAȘ, FL. POTERAȘU : Niederschlagerscheinungen und Ausblühungen im Wohnungsbau

Der Artikel befasst sich eingehend mit dem mangelhaften Verhalten von Aussenwänden in gewissen Wohnhäusern wo, insbesondere bei Aussenwänden an der Nordfront verlegt oder in der Nähe von Wärmebrücken, häufig Niederschlagzonen mit all den sich daraus ergebenden Unannehmlichkeiten aufgetreten sind infolge einer unzulänglichen Wärmeisolierung.

Die Autoren untersuchen die Ursachen auf die derartige Erscheinungen zurückzuführen sind und bemühen sich deren Werdegang zu entziffern. Im Abschluss werden einige Vorschläge gemacht die ermöglichen sollen einerseits derartige Unzulänglichkeiten bei Neubauten zu vermeiden und anderseits die vorhandenen zu tilgen.

N.I. VOINA : Bestimmung der Mischverhältnisse von Zuschlagstoffen für Betone auf Grund der Kurvenscharen gleicher Dichte für Dreistoffmischungen

Wie bekannt, hängt die Betonfestigkeit direkt von der zweiten Potenz seiner Dichte ab; versucht man also eine maximale Dichte zu erlangen bei einem so niederem Zementaufwand wie nur möglich, so sollten die Zuschlagstoffe den niedrigsten Hohlraumvolumen und — was auf das selbe hinausläuft — die höchstmögliche Dichte aufzeigen.

Ist man bestrebt das Prinzip der grösstmöglichen Dichte der Zuschlagstoffe in der Praxis anzuwenden, so gelangt man zur Regel die Zuschlagstoffe auf mehrere Sorten aufzuteilen und letztere zu kombinieren nach den Körnunkskurven die in den Vorschriften für Betone verschiedener Güte festgesetzt sind.

Der Autor des Artikels versucht theoretisch und auch experimentell zu beweisen dass die gegenwärtiegen Körnungskurven mehr oder weniger Einzelfälle darstellen bei einer vielseitigen Auswahl von Mischmöglichkeiten verschiedener Körnungen die als ausschlaggebend betrachtet werden für die Herstellung von hochwertigen Betonen. Zur Lösung dieses Problems bediente man sich eines Dreistoffdiagramms auf dem sämtliche mögliche Kombinationen von zwei bzw. drei Körnungen aufgezeichnet wurden und die durch Mischen gleiche Hohlraumwerte ergeben. Da der Hohlraumvolumen eine Grösse ist die inmittelbar mit der Dichte verbunden ist, bezeichnet der Autor die Kurven gleicher Hohlraumwerte auch als Kurven gleicher Dichte.

V. DASCĂLU, A. DRĂGHICI : Versuchsmässige Ableitung der Eichungskurven für Vorspannvorrichtungen

Bei Bestimmung und Kontrolle der Vorspannkraft, bzw. Bestimmung des Kontrolldruckwertes ist man gezwungen einige Korrektionen in Betracht zu ziehen die abhängig sind von den Spannverlustwerten in Zusammenhang mit den Reibungsverlusten in den Vorspannvorrichtungen.

Derartige Korrektionen bestimmt man üblicherweise lediglich für den Kontrollspannungswert, und öfters werden sogar konstante Werte angenommen (3...6 %).

Der Artikel führt einige besonders wertvolle Schlussfolgerumgen vor, in Zusammenhang mit der Eichung von Vorspannvorrichtungen und der Bestimmung der Reibungsziffer für Pressen; ausserdem werden auch Eichungskurven eingeführt. Die Kurvenscharen und die Messergebnisse heben hervor den Einfluss den das eigentliche Verfahren und die Versuchsbedingungen aud die Korrektionswerte die man bei der rechnerischen Bestimmung der Kontrollwerte der Vorspannkraft berücksichtigen sollte.

S. CRUCEANU : Rechnerische Bestimmung eines freien-nichtisothermen Luftstrahls in Lüftungs- und Warmluftanlagen

Die vorhandenen Gleichungen ermöglichen uns nicht eine rechnerische Bestimmung der Geschwindigkeits- und Temperaturwerte der Luft in einem beliebigen Punkt ausserhalb der Strahlachse.

Die abgeleiteten Gleichungen, gefusst auf die Theorie der freien Turbulenz nach Prandtl-Görtler und Reichardt, ermöglichen eine rechnerische Bestimmung der Luftgeschwindigkeit, Temperatur und Feuchtigkeit in einem beliebigen Punkt des Raumes, in einem beliebigen Abstand von der Strahlachse; es wird deshalb möglich genau die thermische Behaglichkeit im Arbeitsraum zu bestimmen oder, auf Grund gewisser auferlegten Bedingungen, die Parameter des Luftstrahls der in einen Raum eingebracht wird (Geschwindigkeit, Temperatur, Feuchtigkeit) festzusetzen.

R. CIOROIU, N. BOGDAN : Organisierung der Produktionsbasis für einen grossen Bau- und Montagetrust in der UdSSR

Die Autoren beschreiben eingehend die organisatorische Gliederung des Bau- und Montagetrusts aus Tscherepowetz — 22 000 Angestellte und ein Bauvorhaben von 92 Millionen Rubel im Jahre 1970. Es werden beschrieben die bildenden Einheiten der Produktions- und Bauabteilung der Produktionsbasis des Trusts : Fertigteilwerk, Betonmischanlage, Baustellen-Fertigteilwerk, Mörtelmischanlage u.a.m.

СОДЕРЖАНИЕ

В. ТИКУЦЭ: Зернохранилища с вписанными в цилиндр сотовыми ячейками и с арматурой натянутой на бетон

В статье изложено решение предварительного напряжения для зернохранидищ выполненных из бетона в скользящей опалубке и состоящих из 7-ми сотовых ячеек вписанных в цилиндр.

Предварительное напряжение цилиндра вводит в ячейки осевые сжатия, которые в состоянии анулировать моменты, возникающие под напором зерна находящегося в ячейках или от реакции узлов, и дающие в любом сечении напряжения выраженные формулой:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

Отсюда следует, что можно сделать так, что значение $\frac{N}{A}$ будет больше чем $\frac{M}{W}$ и, таким образом, в стенках будут действовать только сжатия.

Что касается вертикального преднапряжения, то оно осуществляется при помощи тросов из прядей проволоки, которые вводятся в вертикальные полости, возникающие при подъёме опалубки, и имеют нижние концы заанкерённые в ростверке. Натяжение и блокировка тросов производится с верхней части обычными способами.

Е. ДИМИТРИУ-ВЫЛЧА, Г. ПЕТРЕСКУ: Критерии использования противоровой изоляции строительных элементов зданий с влажным внутренним режимом

Статья является синтезом проектировочных работ, лабораторных испытаний, изоляционных работ на строительных площадках, наблюдения за поведением пароизоляционных барьеров и структур стен, изолированных согласно решениям, применяемым в С. Р. Румыния.

Объяснены причины разногласий, существующих между значениями сопротивления паропроницанию, принятых различными зарубежными исследователями, и между лабораторными данными, полученных классическими методами и данными, обычно применяемыми при проектировании. Авторы описывают принципы оригинальной конструкции аппарата для определения паропроницания.

В заключение даны результаты, полученные при отсчётах при наблюдении за поведением во времени различных структур стен с паронепроницаемой изоляцией или с полостями для проветривания, изготовленных из современных материалов и работающих в условиях повышенной влажности (сельскохозяйственные здания).

В. ФОКША, И. ГАВРИЛАШ, ФЛ. ПОТЕРАШУ: О некоторых аспектах конденсата и выцеветания в жилых зданиях

В статье анализируется неудовлетворительное поведение определённых стен в некоторых жилых зданиях, где вследствие недостаточной теплоизолирующей способности (в особенности при случае стен ориентированных на север и в зонах обладающих тепловыми мостиками), появились во многих местах зоны создания конденсата со всеми последующими ему неприятностями.

Авторы анализируют причины появления указанных явлений и пытаются расшифровать механизм их появления. В заключение даются рекомендации по предотвращению упомянутых неприятностей в случае новостроения и по их устранению с случае существующих зданий.

Н. И. ВОННА: Определение смесей агрегатов при изготовлении бетона основываясь на кривых равной плотности веществ из трех элементов.

Учитывая что прочность бетона пропорциональна квадрату его плотности для обеспечения максимальной плотности бетона при минимальном количестве цемента агрегаты должны содержать минимальный объем пустот то-есть быть максимально плотны.

На практике обеспечение максимальной плотности смеси агрегатов осуществляется при помощи их сортировки и смешения различных сортов согласно гранулометрическим кривым предписаным государственными нормами для различных марок бетона.

Автор старается теоретически и экспериментально доказать что существующие гранулометрические кривые являются лиш частными случаями широких возможностей смешивания нескольких сортов агрегатов, рассматриваемых как основные сорта для получения качественного бетона. Для решения этой задачй прибегают к включению в трехсортовую систему всех двоиных комбинаций, соответственно трех сортов которые при смешении дают одинаковый объем пустот. Так как объем пустот является величиной дополнительной плотности автор называет кривые дающие равные объемы пустот равноплотнастными.

В. ДАСКЭЛУ, А. ДРЭГИЧ: Экспериментальное определение эпюр эталонирования установок для предварительного напряжения

При определении и контроле силы предварительного напряжения, соответственно, при определении контрольного давления следует принимать во внимание определённые коррекции, связанные с потерями напряжения, которые происходят вследствие трений, возникающих в натяжных установках.

Указанные коррекции обычно определяются только для натяжного усилия и часто принимаются постоянные величины (3—6 %).

В статье существую особо полезные заключения относительно эталонирования установок для преднапряжения, определения коэффициента трения и предлагается введение эпюр для эталонирования. Представленные эпюры и результаты показывают влияние метода и условий экспериментирования значений коррекций, которые следует учитывать при расчёте контрольных значений усилия преднапряжения.

С. КРУЧАНУ: Расчёт потока свободного неизотермического воздуха, используемого в вентиляционных проводках и отопления тёплым воздухом

Существующие расчётные формулы не допускают аналитического определения скоростей и температур воздуха в точке, находящейся на произвольном расстоянии от оси потока.

Расчётные формулы на основании теории свободной турбулентности, разработанной Прандл-Гёртлером и Рейхардтом, позволяют определять скорость, температуру и влажность воздуха в любой точке помещения, находящейся на произвольном расстоянии от оси потока, что даёт возможность точного определения степени теплового комфорта, осуществляемого в зоне деятельности или, исходя от определённых условий вменяемых тепловым комфортом, определять параметры введения воздуха в помещение (скорость, температура, влажность).

Р. ЧИОРОЮ, Н. БОГДАН: Организация производственной базы крупного строительно-монтажного треста в СССР

Авторы детально описывают как организован строительно-монтажный Череповецкий трест, в котором работают 22.000 людей и производится объем работ равный в 1970 году 92 миллионам рублей. Описаны хозяйства, которые составляют производственную базу треста: завод сборного бетона, завод изготовляющий бетон, полигон сборных элементов, централь изготовления строительных растворов и т.п.

Gloriosul semicentenar

PCR 1921 1971 GLORIOSUL SEMICENTENAR

„Partidul reprezintă nucleul în jurul căruia gravitează întreaga societate și de la care radiază energia și lumina ce pun în mișcare și asigură funcționarea întregului angrenaj al orînduirii socialiste... Putem spune că partidul comunist îndeplinește rolul de centru vital al întregului nostru sistem social".

NICOLAE CEAUȘESCU

Se împlinește o jumătate de secol de la acel mai 1921 cînd Congresul Partidului Socialist a hotărît transformarea acestui partid în Partidul Comunist din România și afilierea lui la Internaționala a III-a comunistă, făurită de Lenin. În acea epocă de ample frămîntări sociale, determinate de consecințele războiului, de ascuțirea fără precedent a contradicțiilor sociale, economice și de clasă, de exemplul însuflețitor și profunda influență exercitate asupra mișcării muncitorești revoluționare din țara noastră de victoria Marii Revoluții Socialiste din Octombrie în Rusia — frămîntări ce au culminat cu greva generală din octombrie 1920 — făurirea unui partid revoluționar puternic devenise o necesitate, un obiectiv de deosebită însemnătate; acest moment, marcat cu litere de aur în istoria clasei muncitoare și a poporului nostru, a fost realizat la capătul unui profund proces de clarificare ideologică, în lupta pentru adoptarea unei linii consecvent revoluționare.

Partidul Comunist Român s-a afirmat pe arena vieții politice ca organizator încercat al luptelor sociale contra claselor exploatatoare, înscriind în istoria patriei nenumărate pagini de eroism și abnegație revoluționară. Partidul Comunist a fost mereu în primele rînduri ale luptei împotriva subjugării țării și a dominației imperialiste, împotriva fascizării țării, pentru libertate, democrație și o viață mai bună, pentru apărarea suveranității și independenței naționale; sub conducerea lui s-a înfăptuit actul revoluționar de însemnătate istorică de la 23 August 1944.

Politica marxist-leninistă a partidului în anii de după eliberare și-a găsit o permanentă și strălucită confirmare în marile înfăptuiri pe care poporul nostru le-a obținut sub conducerea P.C.R. în toate domeniile vieții politice, sociale, economice, în dezvoltarea culturii și științei, făurind socialismul — visul de aur al celor ce muncesc. Astăzi, la 50 de ani de la crearea sa, Partidul Comunist Român, ce reunește în rîndurile sale peste două milioane de membri — cei mai valoroși reprezentanți ai tuturor claselor și categoriilor sociale, ai tuturor profesiunilor, tineri și vîrstnici, bărbați și femei, români și din rîndul celorlalte naționalități ce formează națiunea noastră socialistă — este mai viguros ca oricînd, mai legat ca oricînd de destinele țării și de aspirațiile poporului, îndeplinindu-și cu abnegație și devotament misiunea de forță politică conducătoare, călăuzind neabătut România pe calea progresului și civilizației.

Experiența construirii socialismului în România reprezintă un triumf al politicii științifice a partidului nostru, care, aplicînd principiile generale ale marxism-leninismului la condițiile social-istorice concrete ale țării, bazîndu-se pe conștiința revoluționară și patriotismul maselor, pe hărnicia și talentul lor, pe valorificarea resurselor umane și materiale ale patriei, a adoptat forme și metode specifice de structurare și dezvoltare a vieții economice și sociale, corespunzător cu posibilitățile, necesitățile și idealurile poporului român.

Cu mai bine de un sfert de secol în urmă, în octombrie 1945, cînd poporul nostru se afla în fața unor dificile opțiuni de ordin politic și economic, Conferința Națională a P.C.R. — eveniment de deosebită importanță în istoria partidului și a țării — a stabilit nu numai un program de acțiune imediată pentru rezolvarea adecvată a problemelor cu care era confruntată atunci patria, ci și jaloanele drumului pentru crearea economiei moderne a României socialiste. Încă de pe atunci a fost formulată politica partidului cu privire la o industrializare care să schimbe din temelie întreaga structură economică a țării, să asigure valorificarea resurselor de care dispuneam, să permită o mai activă participare la schimburile internaționale. Această politică a fost urmărită consecvent. În mod necesar, ținînd seama de condițiile obiective, procesul de industrializare s-a desfășurat la început mai cu seamă pe calea extensivă, pentru a se ajunge apoi la un caracter intensiv, călăuzit de criteriul eficienței economice. Dinamismul dezvoltării economiei, întemeiat pe proprietatea socialistă asupra mijloacelor de producție, pe înlăturarea exploatării, s-a vădit din plin și în succesele pe care le-a înregistrat agricultura în urma cooperativizării, în elasticitatea cu care economia noastră s-a adaptat la cerințele revoluției tehnico-științifice contemporane.

Caracteristică pentru etapa din ultimii ani a acestui proces de dezvoltare multilaterală este ridicarea calitativă a întregii activități economice. După cum sublinia tovarășul Nicolae Ceaușescu, amplul program de măsuri cu privire la perfecționarea organizării, conducerii și planificării întregii activități economice, adoptat — pe baza hotărîrilor Congresului al IX-lea al partidului — de Conferința Națională a P.C.R. din decembrie 1967 — „*contribuie într-o măsură însemnată la mai buna valorificare a potențialului material și uman al țării noastre, la înfăptuirea cu succes a sarcinilor de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate. Totodată, măsurile adoptate sînt o expresie a dezvoltării democrației economice — care evoluează în pas cu adîncirea și perfecționarea generală a democrației socialiste în patria noastră, — asigurînd climatul optim pentru afirmarea plenară a aptitudinilor și capacităților creatoare ale salariaților, pentru participarea oamenilor muncii — în dubla lor calitate de proprietari ai mijloacelor de producție și de producători — la conducerea economiei, la elaborarea și înfăptuirea hotărîrilor care privesc îmbunătățirea continuă a condițiilor de viață, progresul României*".

Importante măsuri au fost adoptate în această perioadă pentru sporirea eficienței investițiilor, îmbunătățirea activității celor trei factori care concură la realizarea lor — beneficiar, proiectant și constructor. Pe primul plan se înscrie, din acest punct de vedere, adoptarea legii privind organizarea, planificarea și executarea investițiilor, care asigură îmbinarea armonioasă a conducerii centralizate pe baza planului de stat cu lărgirea competenței unităților de bază, stabilind cu claritate sarcinile și răspunderile ce revin la toate nivelurile și în toate etapele fluxului de realizare a investițiilor. De asemenea, au fost perfecționate sistemul de finanțare a investițiilor și organizarea activității de proiectare. Accentuînd poziția conducătoare a industriei în cadrul economiei naționale, politica de investiții a partidului și statului — care condiționează progresul general al reproducției socialiste lărgite — acționează ca o pîrghie importantă pentru dezvoltarea armonioasă a economiei naționale, atît în ansamblu, cît și în profil teritorial.

Cincinalul 1966—1970 s-a înscris în istoria de pînă azi a patriei noastre ca etapa cea mai rodnică a edificării socialismului. În acești ultimi cinci ani au cunoscut o dezvoltare accelerată forțele de producție, s-a îmbunătățit repartizarea lor pe teritoriul întregii țări, s-au perfecționat relațiile de producție, ceea ce a asigurat sporirea neîntreruptă a avuției naționale, ridicarea nivelului de trai material și cultural al oamenilor muncii — obiectiv central și constant al politicii partidului și statului. Venitul național a sporit într-un ritm mediu anual de 7,7%, depășind prevederile planului cu circa 13,6 miliarde de lei. Producția globală industrială a fost, în 1970, cu 75% mai mare decît cea din 1965, realizîndu-se în numai 22 de zile o producție echivalentă cu cea a întregului an 1938. Media anuală din cincinal a producției agricole a întrecut-o cu 24% pe cea din perioada 1961—1965. În fiecare din ultimii cinci ani, veniturile reale pe un locuitor al țării au crescut în medie cu 4,1%; de la bugetul statului s-a cheltuit, pentru acțiuni social-culturale, cu 60% mai mult în 1970 decît în 1965.

La îndeplinirea planului de dezvoltare economică-socială din cincinal o contribuție de mare importanță a adus industria construcțiilor. S-a înfăptuit un volum de investiții din fondurile centralizate ale statului de 289,7 miliarde de lei — cu 3,3% mai mult decît era prevăzut și mai mult decît în întreaga perioadă 1956—1965. Producția de construcții-montaj a crescut într-un ritm mediu anual de 11,3%. Industria, care a beneficiat de 55,5% din totalul fondurilor de investiții, s-a îmbogățit cu circa 1 500 de capacități și obiective principale. S-au depășit prevederile planului la construcția de locuințe, dîndu-se în folosință, din fondurile statului sau cu credite acordate de stat, 344 000 de apartamente. Au fost construite un număr important de clădiri social-culturale, care au lărgit baza materială pentru învățămînt, cultură, pentru deservirea socială a populației.

Locul și rolul construcțiilor, ca ramură a producției materiale, în crearea și dezvoltarea bazei tehnico-materiale a economiei naționale a țării sînt confirmate de aportul acestei ramuri la crearea produsului social și venitului național, care pînă la sfîrșitul anului 1969 a înregistrat o creștere de la simplu la dublu față de nivelul anului 1938, adică de la 5,4%, respectiv 4%, la 9,9%, respectiv 9,0 %. După cum relefa tovarășul Nicolae Ceaușescu, „*activitatea de construcții reprezintă o parte componentă esențială a operei de edificare a socialismului în țara noastră — vastă operă constructivă, creatoare*".

Sprijinul pe care partidul și statul îl acordă continuei dezvoltări și perfecționări a activității de construcții se exprimă elocvent în măsurile luate pentru creșterea capacității acestei ramuri. Industriei construcțiilor i-au fost alocate în perioada 1966—1970, din fondurile centralizate ale statului, investiții în valoare de 11,1 miliarde de lei, cu 4,5 miliarde mai mult decît era prevăzut în planul cincinal. Datorită acestui fapt s-a dezvoltat puternic, în continuare, baza ei tehnico-materială. Astfel, indicele de dotare cu fonduri fixe productive la un milion de lei producție de construcții-montaj a ajuns, în 1970, la 394 000 de lei (față de 318 000 de lei în 1965) și este prevăzut să sporească la aproape 500 000 de lei în 1975.

S-au realizat progrese remarcabile în înfăptuirea liniei trasate de partid cu privire la industrializarea construcțiilor, element esențial al sporirii eficienței investițiilor. În condițiile favorabile create prin noua organizare a proiectării, s-a adîncit specializarea și s-a dezvoltat activitatea de tipizare, existînd în prezent o largă gamă de proiecte tip și refolosibile pentru cele mai diverse categorii de obiecte industriale, inginerești, civile; s-a stabilit ca anul viitor, proiectele, secțiunile și detaliile tip și directive să se utilizeze la cel puțin 60% din investițiile ce se vor realiza în industria alimentară, 54% în industria construcțiilor de mașini, 48% în industria energiei electrice, 46% în industria chimică, 65% la construcțiile zootehnice și cerealiere,

75—80 % la construcţiile social-culturale, 90 % la locuinţe — ceea ce va permite o importantă creştere a productivităţii muncii, atît în proiectare, cît şi în execuţie. Volumul de beton armat prefabricat pus în operă în ultimul cincinal a fost cu 30 % mai mare decît cel din perioada 1961—1965, ponderea prefabricatelor în volumul total al betonului armat fiind, în 1970, de 24,1 %, faţă de 19,5 % în 1966, iar ponderea betonului precomprimat în volumul total al betonului armat prefabricat crescînd, în acelaşi interval, de la 12,4 % la 15,4 %. S-a mărit şi modernizat într-o măsură importantă parcul de utilaje, care la sfîrşitul anului trecut sporise, faţă de nivelul din 1965, de circa 2,1 ori la excavatoare şi dragline, 1,2 ori la screpere şi autoscrepere, 3,2 ori la buldozere, 1,5 ori la cilindri compresori, 1,5 ori la betoniere, 2,3 ori la macarale-turn, 2,4 ori la automacarale, 1,6 ori la tractoare pentru transport. Indicii de mecanizare a lucrărilor cu volum mare de muncă au atins, în 1970 : la lucrările de pămînt (mecanizare complexă) — 86,7 %, la amestecarea betonului — 94,6 %, la încărcări-descărcări de materiale — 76,7 %. Tipizarea, prefabricarea, mecanizarea — cele trei coordonate majore ale industrializării lucrărilor — au avut principala pondere la creşterea productivităţii muncii pe salariat în construcţii-montaj, în 1970, cu 30 % faţă de nivelul din anul 1965. Acest spor, paralel cu mărirea cu 32 % a efectivelor de salariaţi, a asigurat realizarea în anul trecut a unei producţii de construcţii-montaj cu 71 % mai mare decît cea din 1965.

Succesele din cincinalul ce s-a încheiat constituie baza pentru un nou avînt al economiei naţionale, al bunăstării oamenilor muncii, ale cărui perspective însufleţitoare le-a conturat cu precizie Congresul al X-lea al P.C.R. Partidul încredinţează lucrătorilor din construcţii sarcina de a înfăptui un program mult sporit, în condiţii de eficienţă economică maximă. În perioada 1971—1975 se prevede un volum de investiţii de circa 500 miliarde de lei — mai mult decît s-a cheltuit la acest capitol în ultimul deceniu ; din această impresionantă sumă, peste 200 de miliarde de lei vor fi afectaţi construcţiilor propriu-zise, atît în domeniul economic, cît şi în cel social-cultural. Vor fi ridicate peste 1 700 de obiective industriale şi agricole în toate judeţele ţării, din care 100 de noi capacităţi şi obiective importante în ramura energiei electrice şi termice, 70 în siderurgie, 170 în construcţiile de maşini, 180 în chimie — ramuri care constituie coloana vertebrală a progresului tehnic şi economic al ţării. Se vor dezvolta reţeaua de şcoli, construcţia de spitale şi policlinici, de creşe şi cămine, de clădiri din domeniul culturii. Din fondurile statului sau din credite acordate de stat populaţiei se vor realiza peste 500 000 de locuinţe noi.

Cadrele de constructori din cercetare, proiectare, execuţie sînt antrenate într-un vast efort orientat spre îndeplinirea unor cerinţe obiective de cea mai mare însemnătate, cum sînt reducerea duratei de realizare a construcţiilor, micşorarea ponderii acestora în totalul investiţiilor, scăderea cheltuielilor materiale de producţie. Aceasta impune valorificarea la maximum a experienţei dobîndite, a resurselor tehnico-materiale existente, urmărirea neabătută a criteriului economicităţii, perfecţionarea continuă a organizării producţiei şi a muncii, introducerea operativă a rezultatelor cercetării ştiinţifice în practica producţiei.

Cu prilejul împlinirii a 50 de ani de la crearea Partidului Comunist Român, conducătorul încercat al poporului, oamenii muncii din construcţii exprimă prin vrednice fapte de muncă adeziunea lor deplină la politica internă şi externă a partidului, hotărîrea lor nestrămutată de a contribui cu toate forţele, prin îndeplinirea sarcinilor ce li s-au încredinţat, la făurirea societăţii socialiste multilateral dezvoltate în România, la fericirea poporului.

SILOZURI CU CELULE EXAGONALE ÎNSCRISE ÎNTR-UN CILINDRU POSTCOMPRIMAT

Ing. V. TICUŢĂ

1. În proiectele pentru construcţia noilor fabrici de bere de la Craiova şi Constanţa s-a prevăzut ca execuţia silozurilor de materii prime să se realizeze din baterii de cîte 7 celule exagonale, obţinute prin gruparea a 6 celule în jurul unei celule centrale şi precomprimarea acestora cu cabluri montate aparent şi protejate printr-o îmbrăcăminte din plăci de azbociment, cablurile fiind introduse în teci metalice vopsite cu epoxi (fig. 1).

Ulterior, în timpul execuţiei silozurilor de mai sus, pentru a face această soluţie competitivă cu soluţia pe care o vom expune mai jos, proiectantul a renunţat la protejarea cablurilor cu ţevi vopsite cu epoxi şi la îmbrăcarea acestora cu plăci de azbociment vopsite cu bronz de aluminiu, cablurile realizîndu-se din toroane zincate montate aparent (T 7 ∅4), ceea ce a permis o economie de cca 256 000 lei pentru fiecare siloz cu 7 celule.

Faţă de această soluţie, am propus, în februarie 1968, ca aceste silozuri să se execute prin înscrierea grupului de 7 celule exagonale într-un cilindru postcomprimat cu cabluri îngropate în peretele cilindrului (fig. 2). Întrucît consider această propunere foarte avantajoasă, datorită indicilor tehnico-economici posibili în raport cu alte soluţii, în cele ce urmează vreau să prezint această soluţie, dar mai înainte de a o expune s-o examinăm din punct de vedere teoretic.

2. Fie un poligon regulat cu n laturi înscrise într-un cerc cu raza r egală cu unitatea. Pe partea exterioară a acestui poligon vom construi n exagoane cu laturile egale cu ale poligonului înscris (fig. 3), cărora le vom circumscrie un cerc cu raza $R + dR$.

Laturile periferice ale exagoanelor exterioare vor forma pe cerc corzi egale care subîntind arce egale. Pentru simplificare, vom considera că aceste laturi se confundă cu arcele de pe cercul circumscris.

Dacă pe cercul exterior de rază $R + dR$ circumscris exagoanelor se exercită o compresiune axială N, sub acţiunea acestei forţe cercul circumscris şi exagoanele din interior se vor scurta cu dR, respectiv cu dl, noua figură rămînînd asemenea cu prima, însă atît în inel, cît şi în pereţii interiori se vor introduce forţe axiale şi momente încovoitoare pe care le vom nota cu X, Y, Z şi M, M fiind variabil.

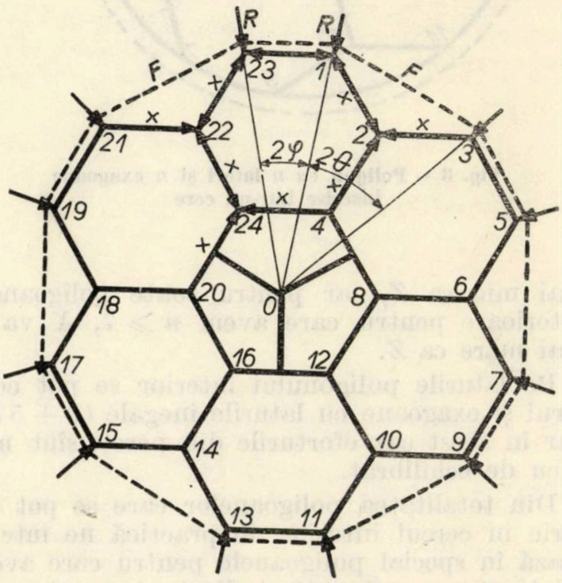


Fig. 1 – Siloz cu 7 celule exagonale, precomprimat, cu cabluri exterioare

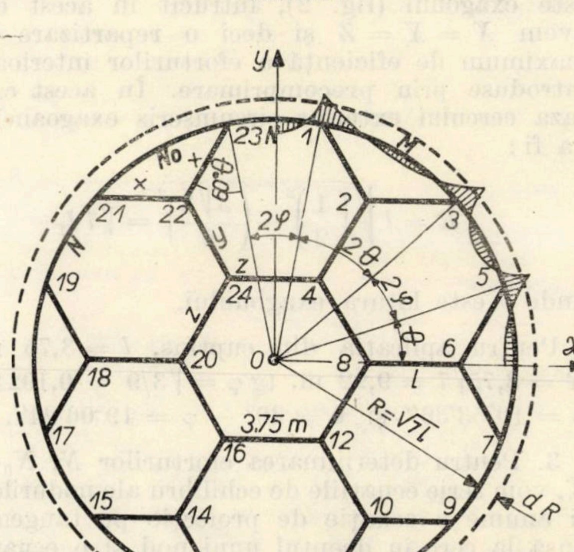


Fig. 2 – Siloz cu 7 celule exagonale înscrise într-un cilindru postcomprimat

Întrucît laturile poligonului interior și ale exagoanelor adiacente sînt egale, se vede ușor că pentru toate poligoanele interioare pentru care avem numărul laturilor $n \leqslant 5$, X va fi

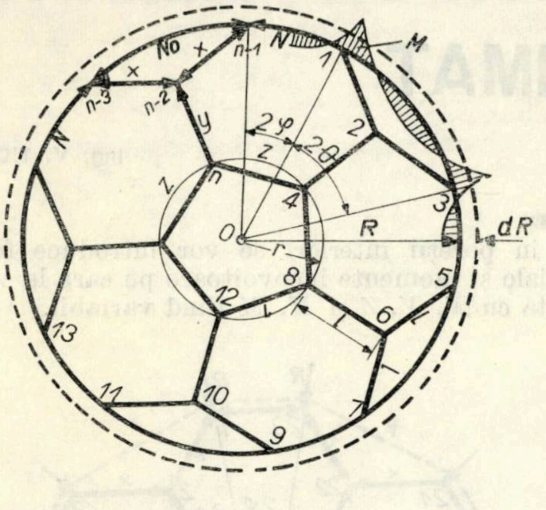


Fig. 3 – Poligon cu n laturi și n exagoane înscrise într-un cerc

mai mic ca Z, iar pentru toate poligoanele interioare pentru care avem $n \geqslant 7$, X va fi mai mare ca Z.

Pe laturile poligonului interior se pot construi și exagoane cu laturile inegale $(1 + 5\, l_1)$, dar în acest caz eforturile din pereți sînt mai greu de echilibrat.

Din totalitatea poligoanelor care se pot înscrie în cercul interior, în practică ne interesează în special poligoanele pentru care avem relația $3 < n < 8 \div 10$ și, din toate aceste poligoane, se vede imediat că cel mai avantajos este exagonul (fig. 2), întrucît în acest caz avem $X = Y = Z$ și deci o repartizare cu maximum de eficiență a eforturilor interioare introduse prin precomprimare. În acest caz, raza cercului exterior circumscris exagoanelor va fi :

$$R = l\sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{3\sqrt{3}}{2}\right)^2} = \sqrt{7}\, l,$$

unde l este latura exagonului.

Pentru aplicația din cuprins, $l = 3{,}75$ m, $R = 3{,}75\sqrt{7} = 9{,}92$ m, $\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{3}/9 = 0{,}19245$, $\varphi = 10°53'36''$ și $\theta = 30° - \varphi = 19°06'24''$.

3. Pentru determinarea eforturilor N, N_0 și X, vom scrie ecuațiile de echilibru ale nodurilor, și anume o ecuație de proiecție pe tangenta dusă la cerc în dreptul unui nod și o ecuație rezultată din egalarea lucrului mecanic exterior cu lucrul mecanic interior, astfel (fig. 2) :

$$N = N_0 + X \cos (30° + \theta) \text{ sau } X = \sqrt{7}/3(N - N_0) \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} Le = \frac{1}{2}\int \frac{N^2\, ds}{EA} + \frac{1}{2} K \int \frac{Q^2\, ds}{GA} + \frac{1}{2}\int \frac{M^2\, ds}{EI} + \frac{1}{2}\int \frac{N M ds}{EIR}. \quad (2)$$

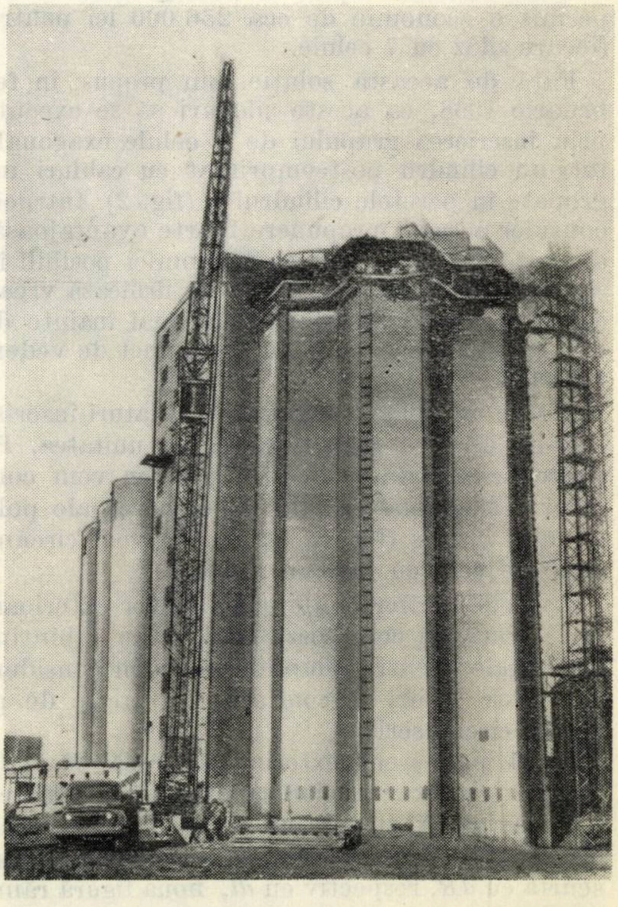
Dar, mai înainte de a trece la rezolvarea ecuațiilor de mai sus, să examinăm valoarea termenelor din ecuația (2) în raport cu primul termen, pentru a vedea ponderea lor în ipoteza că folosim aceeași secțiune și același material, atît pentru pereții interiori, cît și pentru cei exteriori. Înlocuind în ecuația (1) cos $(30° + \theta)$ cu $\sqrt{3/7}$ și luînd $N = 1$, valoarea termenilor din ecuația (2) va rezulta din următoarele relații :

$$\frac{1}{2} Le = \frac{2\pi\, Rpdr}{2} = \pi N dr = \pi N \frac{NR}{EA} = \frac{\pi N^2 R}{EA} \quad (2')$$

$$\frac{1}{2}\int \frac{N^2 ds}{EA} = \frac{6}{2}\int \frac{N^2 ds}{EA} + \frac{6}{2}\int \frac{N_0^2\, ds}{EA} + \frac{24}{2}\int \frac{X^2\, dx}{EA} =$$

$$= 6\int_0^{\varphi} \frac{N^2 R d\varphi}{EA} + 6\int_0^{\theta} \frac{N_0^2 R d\theta}{EA} + 12\int_0^1 \frac{X^2 dx}{EA} =$$

$$= \frac{6R}{EA}\, (N^2\varphi + N_0^2\, \theta + 2X^2/\sqrt{7}) \quad (2a)$$



Fabrica de bere din Constanța. Silozul de cereale

$$\frac{K}{2}\int\frac{Q^2 ds}{GA}=\frac{6K}{GA}\left[\int_0^{\varphi}(p\,R\varphi)^2\,Rd\varphi+\right.$$

$$\left.+\int_0^{\theta}(p_0R\theta)^2\,Rd\theta\right]=\frac{6KR}{3GA}(N^2\varphi^3+N_0^2\theta^3)=$$

(2b) $$=\frac{6RN^2}{EA}(\varphi^3+0{,}737^2\theta^3),$$

unde am înlocuit pe K cu 6/5 [2] și pe G cu 0,4 E.

$$\frac{NM\,ds}{EIR}=6\int_0^{\varphi}\frac{NMR\,d\varphi}{EIR}+6\int_0^{\theta}\frac{NMR\,d\theta}{EIR}=$$

(2c) $$=\frac{12N}{EI}\int_0^{\varphi}Md\varphi+\frac{12N_0}{EI}\int_0^{\theta}Md\theta=0,$$

întrucît reprezintă lucru mecanic datorit curburii și tinde către zero pentru valorile $R>10$ d ($R=9{,}92$ m și 10 $d=1{,}80$ m).

Pentru integrarea expresiei $\int\frac{M^2 ds}{EI}$ vom proceda mai întîi la simplificarea figurii (fig. 4), în sensul că vom considera cele 6 laturi ale exagonului interior dispuse radial spre centrul figurii. Dacă nu ar exista pereții interiori, prin precomprimarea inelului exterior cu o forță de precomprimare N, acesta s-ar scurta cu ΔL iar după raza cu dR, astfel:

$$dR=\Delta L/2\pi=2\pi RN/2\pi EA=NR/EA.$$

Exercitînd aceeași forță de precomprimare în sistemul de față, inelul nu se va mai deforma ca mai sus după un cerc, ci după un contur sinusoidal, în sensul că între nodurile 3–5, 7–9 etc. inelul se va bomba în exterior încărcîndu-se cu un efort și o presiune radială mai mare, iar între nodurile 1–3, 5–7 etc. se va deforma spre interior, preluînd o forță axială și o presiune radială mai mică, variația acestor eforturi fiind proporțională cu săgeata arcului deformat raportată la cercul de referință care trece prin centrul nodurilor 1, 3, 5, 7, 9 etc.

Pentru simplificarea calculului, vom considera că presiunea p pe segmentele de cerc 3–5, 7–9 etc. și presiunea p_0 de pe segmentele de cerc 1–3, 5–7 etc. sînt constante și egale respectiv cu N/R și N_0/R, unde N și N_0 sînt forțele axiale de pe intervalele respective.

Aceste forțe și presiuni radiale vor fi echilibrate din interior de forțele axiale X care iau naștere în barele 2–0, 6–0 etc.

Este evident că atît timp cît eforturile ce iau naștere din precomprimare vor solicita secțiunile în limita deformațiilor elastice, în noduri se vor naște momente ce se preiau de inel și de barele interioare. Cînd eforturile din inel vor depăși limita de elasticitate, inelul va fisura mai întîi pe reazeme, unde momentele sînt mai mari decît în cîmp, dînd naștere unor articulații plastice, inelul începînd să lucreze din acest moment ca o grindă cu zăbrele plană articulată la noduri și, evident, că valoarea expresiei

$$\int\frac{M^2 ds}{EI}$$

va fi mai mare în cazul arcului articulat decît încastrat.

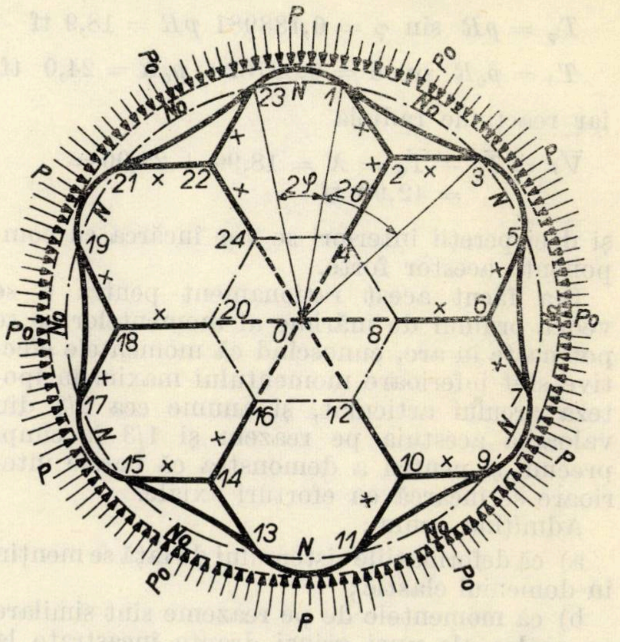


Fig. 4 – Schemă de calcul simplificată pentru calculul static

Momentul într-o secțiune X pentru un arc articulat încărcat radial cu o sarcină uniform repartizată (fig. 5) este dat de expresia:

$$Mx=Vx-\frac{1}{2}-pR^2\varphi\,\sin\,\varphi/2-Hy=$$

$$=pR^2(1-\cos\,\varphi-\varphi^2/2).$$

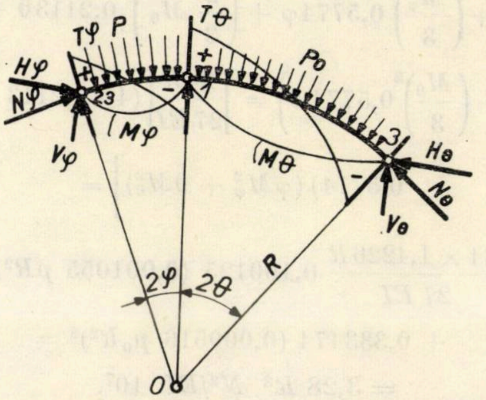


Fig. 5 – Diagrama momentelor încovoietoare și a forțelor tăietoare pentru arce articulate

Pentru valorile unghiului $\varphi=10°\,53'36''$ și $\theta=19°06'24''$ corespunzătoare jumătății arcelor dintre nodurile 23–1, 3–5, 7–9 etc., respectiv 1–3, 5–7 etc., $pR=124{,}07$ tfm, $p_0=0{,}737$ p și $R=9{,}92$ m, se obțin pentru momente și forțe tăietoare următoarele valori:

$$M_{\varphi}=pR^2\,(1-0{,}981981-0{,}190125^2/2)=$$

$$=-0{,}001055\,pR^2=-1{,}30\text{ tfm}$$

$M_\theta = p_0R^2\,(1 - 0{,}944913 - 0{,}333474^2/2) =$
$= -\,0{,}000516\; p_0R^2 = -\,0{,}47$ tfm

$T_\varphi = pR\,\sin\varphi = 0{,}188981\; pR = 18{,}9$ tf

$T_\theta = p_0R\,\sin\theta = 0{,}327320\; p_0R = 24{,}0$ tf,

iar reacţiune radială

$\overline{Vr} = \overline{T}_\varphi + \overline{T}_\theta = X = 18{,}90 + 24{,}00 =$
$= 42{,}90$ tf

şi deci pereţii interiori se vor încărca cu componenta acestor forţe.

S-a făcut acest raţionament pentru a se vedea ordinul de mărime al momentelor ce se pot naşte în arc, cunoscînd că momentele efective sînt inferioare momentului maxim în ipoteza arcului articulat, şi anume cca 2/3 din valoarea acestuia pe reazem şi 1/3 în cîmp, precum şi pentru a demonstra că barele interioare se încarcă cu eforturi axiale.

Admiţînd acum :

a) că deformaţiile sistemului de faţă se menţin în domeniul elastic ;

b) că momentele de pe reazeme sînt similare cu acelea ale unei grinzi drepte încastrate la ambele capete şi încărcate cu o sarcină uniform repartizată, ipoteză admisibilă întrucît pleoştirea maximă a arcelor ($f/1$) este 1 : 12, şi

c) că momentele ce se repartizează barelor interioare ale grinzii sînt într-o primă aproximaţie nule, obţinem pentru lucrul mecanic interior următoarele valori (fig. 6) :

$$(2d)\quad \int\frac{M^2ds}{EI} = \frac{6}{EI}\cdot\frac{2\times 2R}{3}\left[\left(\frac{2}{3}M_\varphi\right)^2 0{,}2113\,\varphi + \right.$$
$$+\left(\frac{M_\varphi}{3}\right)^2 0{,}5774\,\varphi + \left(\frac{2}{3}M_\theta\right)^2 0{,}2113\,\theta +$$
$$\left.+\left(\frac{M_\theta}{3}\right)^2 0{,}5774\,\theta\right] = \frac{24R}{27EI}\Big[(4\times 0{,}2113 +$$
$$0{,}5774)\,(\varphi M_\varphi^2 + \theta M_\theta^2)\Big] =$$
$$= \frac{24\times 1{,}4226R}{27\,EI}\;0{,}190125\;(0{,}001055\;pR^2)^2 +$$
$$+\;0{,}333474\;(0{,}000516\;p_0R^2)^2 =$$
$$= 3{,}28\,R^3\;N^2/EI.\,10^7.$$

Raportînd valorile găsite în (2a), (2b) şi (2d) la valoarea lucrului mecanic exterior ($\pi RN^2/EA$) şi considerînd :

$N_0 = 0{,}737\;N$ şi $X = 0{,}403\;N$, valori pe care le vom deduce mai jos, obţinem :

$$\text{a)}\quad \frac{6\,R\,(N^2\varphi + N_0^2\theta + 2X^2/\sqrt{7})}{EA} : \frac{\pi N^2 R}{EA} =$$
$$= \frac{6(\varphi + 0{,}737^2\theta + 2\times 0{,}403^2/\sqrt{7})}{\pi} =$$
$$= 6(0{,}190 + 0{,}182 + 0{,}123)/3{,}14 = 0{,}945$$

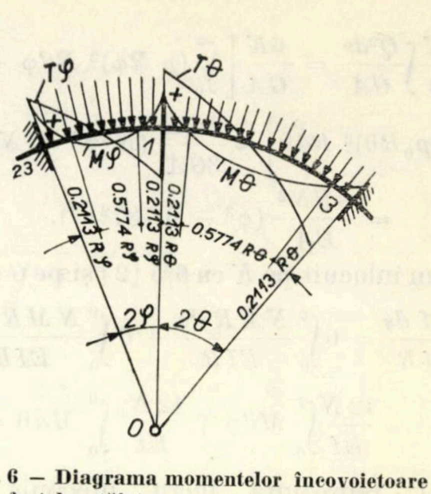


Fig. 6 — Diagrama momentelor încovoietoare şi a forţelor tăietoare pentru arce încastrate

$$\text{b)}\quad \frac{6RN^2\,(\varphi^3 + 0{,}737^2\theta^3)}{EA} : \frac{\pi N^2 R}{EA} = 6\,(\varphi^3 +$$
$$= 0{,}737^2\theta^3)/\pi = 6(0{,}1901^3 + 0{,}737^2\times$$
$$\times\,0{,}3337^3)/\pi = 0{,}051$$

$$\text{d)}\quad \frac{3{,}28\,N^2\,R^3}{EI\cdot 10^7} : \frac{\pi N^2 R}{EA} = 12\times 3{,}28\;R^2/3{,}14\times$$
$$\times\,10^7\;h^2 = 0{,}000039.$$

Deci eroarea ce se face neglijînd influenţa momentelor din inelul exterior este foarte mică în raport cu restul termenilor ecuaţiei şi imponderabilă chiar dacă am efectua calculele cu o precizie de 1 : 10 000. De aceea, în calculele ce urmează vom neglija acest termen, presupunînd că sistemul nu preia momente.

În acest caz putem considera sistemul ca o grindă cu zăbrele plană în care barele sînt supuse numai la eforturi axiale şi forţe tăietoare, adică :

$$\frac{1}{2}\,Le = \frac{1}{2}\int\frac{N^2\,ds}{EA} + \frac{1}{2}\int\frac{X^2dx}{EA} + \frac{K}{2}\int\frac{Q^2ds}{GA},\ \text{sau}$$
$$\frac{2\pi RN}{2\,EA} = \frac{6.2\,R}{2\,EA}\Big[\,\varphi N^2 + \theta N_0^2 + \frac{2X^2}{\sqrt{7}} +$$
$$+\frac{K}{3\times 0{,}4}\,(\varphi^3 N^2 + \theta^3 N_0^2)\Big]$$

Înlocuind $N = 1$, $X^2 = 7(1 - 2N_0 + N_0^2)/3$ (din ecuaţia (1)) şi $K = 6/5$ [2], obţinem :

$$(\theta + \theta^3/1{,}44 + 2\sqrt{7}/3)\,N_0^2 - 2\times 2\sqrt{7}\,N_0/3 +$$
$$+(\varphi + \varphi^3)/1{,}44 + 2\,\sqrt{7}/3 - \pi/6) = 0$$

sau

$$N_0^2 - 2\times 0{,}82478\;N_0 - 0{,}67236 = 0\,;$$
$$N_0' = 0{,}903\;N\,;\;N_0'' = 0{,}737\;N,\;X' =$$
$$0{,}148\;N\ \text{şi}\ X'' = 0{,}403\;N.$$

Din aceste perechi de valori, sistemul este satisfăcut de

$$N_0 = 0{,}737\ N \text{ și } X = 0{,}403\ N,$$

întrucît pentru aceste valori lucrul mecanic din ecuația de mai sus este mai mic decît pentru perechea de valori $N_0 = 0{,}903\ N$ și $X = 0{,}148\ N$, respectiv 0,54280 față de 0,65363.

În acest caz, forța de precomprimare necesară introducerii în pereții interiori ai celulelor a unui efort de 50 tf va fi de 124,07 tf.

În afară de forțele axiale determinate mai sus, în sistem se nasc și momente din cauza deformării (scurtării) arcului sub acțiunea forțelor axiale N și N_0, ale căror valori maxime, în cazul arcului articulat încărcat cu o sarcină radială uniform repartizată (fig. 5), sînt date de relația din [3]:

$$M = dNy,$$

unde:

$$dN = -pR\gamma^2 \frac{2\ \varphi \cos\varphi}{(\varphi - 3\sin\varphi\cos\varphi + 2\varphi\cos^2\varphi + 2\varphi\gamma^2)} =$$

$$= p\ R\gamma^2 K\varphi$$

$$\gamma^2 = i^2/R^2 = 2{,}742856/10^5;\ i^2 = \frac{I}{A} =$$

$$\frac{1}{12} \cdot \frac{100 \times 18^3}{100 \times 18} = 27$$

$$K_\varphi = 4849{,}33;\ y\varphi = (1 - \cos\varphi)R = 0{,}018019R$$

$$K_\theta = 56{,}151;\ y\theta = (1 - \cos\theta)\ R = 0{,}055087R$$

$$dN_\varphi = -N\ \gamma^2\ K\varphi = -2{,}742856 \times 4849{,}33$$

$$N/10^5 = -0{,}13303\ N = -16{,}505 \text{ tf}$$

$$dN_\theta = -N_0\gamma^2 K\theta = -2{,}742856 \times 564{,}42$$

$$N_0/10^5 = -0{,}01548\ N_0 = -1{,}415 \text{ tf}$$

$$M_\varphi = -0{,}13303\ N \times 0{,}018019\ R =$$

$$= 0{,}002397\ NR = -2{,}94 \text{ tfm}$$

$$M_\theta = -0{,}01548\ N_0 \times 0{,}055087\ R =$$

$$= -0{,}000853\ N_0 R = 0{,}773 \text{ tfm.}$$

Valoarea momentelor și forțelor axiale obținute mai sus din deformarea arcului diferă de acelea obținute anterior, unde s-a considerat arcul indeformabil.

Considerînd acum arcele încastrate în noduri (fig. 7), momentele de la naștere (MA) și de la cheie (MC) pentru arcele 2φ și 2θ vor fi date de expresia din [3]:

$$MC\varphi = \frac{pl^2}{24}\left(1 + \frac{17\varphi^2}{60} + \frac{43}{840}\varphi^4 + \ldots\right) vi \text{ și}$$

$$MA_\varphi = -\frac{pl^2}{12}\left(1 + \frac{7}{30}\varphi^2 + \frac{31}{840}\varphi^4 + \ldots\right) vi,$$

unde

$$vi = \frac{\frac{45}{4}\varepsilon^2\left(1 - \frac{4}{21}\varphi^2 + \frac{410}{35280}\varphi^4\right)}{1 + \frac{45}{4}\varepsilon^2\left(1 - \frac{5}{14}\varphi^2 - \frac{2617}{35280}\varphi^4\right)} \text{ și}$$

$$\varepsilon^2 = \frac{i^2}{f^2} = \frac{i^2}{R^2(1 - \cos\ \varphi)^2};$$

$$vi\varphi = 0{,}098632 \text{ și } vi\theta = 0{,}091062;$$

$$c\varphi = 1 + \frac{17}{60}\varphi^2 + \frac{43}{840}\varphi^4 = 1{,}0103088 \text{ și}$$

$$C\theta = 1{,}0321411;$$

$$A\varphi = 1 + \frac{7}{30}\varphi^2 + \frac{31}{840}\varphi^4 = 1{,}0084826 \text{ și}$$

$$A\theta = 1{,}0264042.$$

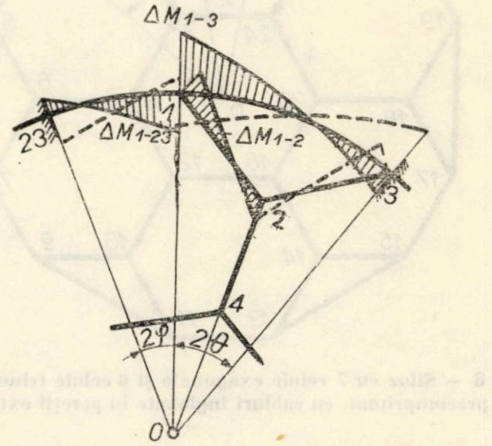


Fig. 7 – Repartizarea momentelor în barele adiacente

Introducînd aceste valori în ecuațiile de mai sus obținem:

$$MC_\varphi = 0{,}098632 \times 1{,}0103088\ pl^2/24 = pl^2/241 =$$

$$= 0{,}72 \text{ tfm}$$

$$MA_\varphi = -0{,}098632 \times 1{,}0084826\ pl^2/12 =$$

$$= -pl^2/121 = -1{,}44 \text{ tfm}$$

$$MC_\theta = 0{,}091062 \times 1{,}0321411\ p_0\ l_1^2/24 =$$

$$= 24 p_0\ l_1^2/260 = 1{,}47 \text{ tfm}$$

$$MA_\theta = -0{,}091062 \times 1{,}0264042\ p_0\ l_1^2/12 =$$

$$= -p_0\ l_1^2/130 = -2{,}94 \text{ tfm.}$$

Deci am obținut valori comparabile cu acelea obținute în cazul arcului articulat. În prima ipoteză am considerat arcul articulat, apoi încastrat, pentru a vedea limitele maxime și minime ale momentelor ce se pot naște în cîmp și pe reazeme în aceste două ipoteze extreme, cunoscînd că momentele reale rămîn întotdeauna inferioare acestor valori limită.

Pentru calculul momentelor de mai sus am considerat că laturile celulelor interioare nu preiau momente. În realitate, acestea preiau și momente întrucît, după deformare, nodurile suferă o deplasare dR și o rotație α. Presupunînd că barele adiacente unui nod sînt încastrate în nodul respectiv, în urma deplasării și rotirii nodului vom avea relația (fig. 8):

$$M = 4\,E\alpha\left(\frac{I_1}{l_1} + \frac{I_2}{l_2} + \frac{I_3}{l_3}\right),$$

unde M este momentul ce se naște în nod în urma rotirii, α unghiul de rotire, I_1, I_2 și I_3

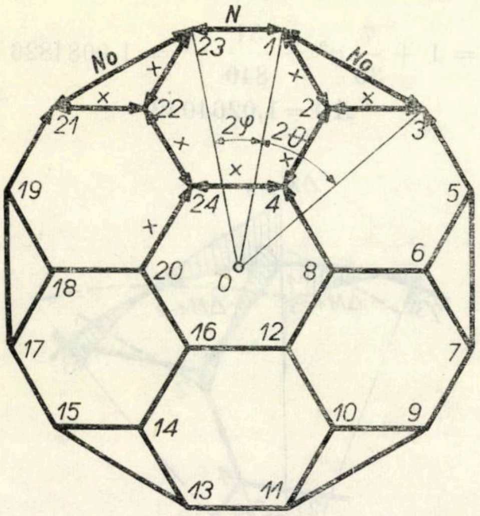


Fig. 8 — Siloz cu 7 celule exagonale și 6 celule triunghiulare, precomprimat, cu cabluri înglobate în pereții exteriori

momentele de inerție, iar l_1, l_2 și l_3 lungimea barelor corespunzătoare acestor momente de inerție.

Pentru:

$$I = I_1 = I_2 = I_3,\ M = M_1 + M_2 + M_3 \text{ și}$$

$$Ki = 1/l_i \sum \frac{1}{l_i}$$

și, ținînd seama că pe reazeme suma momentelor trebuie să fie nulă, ceea ce nu s-a realizat în cazul de față, vom proceda la repartizarea diferenței de moment celor trei bare adiacente în nodul 1, proporțional cu rigiditatea lor (fig. 7):

$$M = Ki\,M;\ M = -(2{,}94 - 1{,}44) = 1{,}50 \text{ tfm}$$

$$M_{1-2} = K1 - 2\ M = 0{,}39 \times 1{,}50 = -0{,}585 \text{ tfm},$$

$$\Delta M_{1-2} = M1 - 23 = -0{,}585 \text{ tfm}$$

$$\Delta M_{1-3} = -0{,}22 \times 1500 = -0{,}330 \text{ tfm}.$$

Datorită simetriei încărcării din precomprimare, se vede imediat că influența momentului ΔM_{3-1} în bara $2-4$ este anihilată de acțiunea inversă a momentului ΔM_{3-1} în aceeași bară și deci barele $2-4$, $6-8$ etc., precum și barele $4-8$, $8-12$ etc., nu primesc momente din precomprimare.

Sub acțiunea forțelor de compresiune și a momentelor încovoietoare, în pereții interiori și în inel rezultă următoarele eforturi pe care le vom determina aplicînd formula lui Navier:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{124\,070}{1\,800} \pm \frac{-144\,000 + 58\,500}{5\,400} =$$

$$= (69 \mp 37) \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_1 = 32 \text{ kg/cm}^2;\ \sigma_2 = 106 \text{ kg/cm}^2.$$

În ceea ce privește momentul ce se transmite pereților interiori, se vede că acesta este de semn contrar momentelor ce se nasc în celulele exagonale din încărcarea cu cereale.

În cazul umplerii celulelor, pe pereții interiori se va exercita o presiune radială care reduce presiunea exterioară și forța axială rezultate din precomprimare. Această presiune este dată de relația:

$pz = p\max(1 - e^{Z/Z_0}) = \gamma\rho(1 - e^{Z/Z_0})\,\mathrm{tg}\alpha$, unde:

γ = greutatea specifică a materialului însilozat;

ρ = raza hidraulică;

Z = cota de calcul

Z_0 = abscisa (cota) caracteristică, și

$\mathrm{tg}\alpha$ = unghiul de frecare interioară minim.

Pentru cazul nostru, acestor notații le corespund următoarele valori:

$$\gamma = 800 \text{ kg/m}^3;\ \rho_6 = 1{,}80 \text{ m};\ Z_0 = 11{,}25 \text{ m};$$

$$\mathrm{tg}\alpha = 0{,}395;\ \rho_3 = 0{,}70 \text{ m};$$

$$Z_0 = 4{,}30 \text{ m};\ p_6\max = 3{,}65 \text{ tf/m}^2 \text{ și } p_3\max = $$

$$= 1{,}42 \text{ tf/m}^2.$$

Presiunea de calcul se ia dublă față de presiunea obținută mai sus, adică 7,30 tf/m², respectiv 2,85 tf/m².

Deci momentele ce se nasc în inel din presiunea interioară vor fi acelea rezultate datorită unei precomprimări exterioare de 5,2 tf/m² ($N : R - 7{,}30$), respectiv 6,35 tf/m³ ($N_0 : R - 2{,}85$), astfel:

$$MC\varphi = pl^2/241 = 5{,}2 \times 3{,}75^2/241 = 0{,}81 \text{ tfm}$$

$$MC\theta = p_0 l_1^2/260 = 6{,}35 \times 6{,}50^2/260 = 1{,}03 \text{ tfm}$$

$$MA\varphi = -pl^2/121 = -5{,}2 \times 3{,}75^2/121 =$$

$$= -1{,}62 \text{ tfm și}$$

$$MA\theta = -p_0 l_1^2/130 = -6{,}35 \times 6{,}50^2/130 =$$

$$= -2{,}06 \text{ tfm}.$$

Se vede că momentele obținute sînt mai mici decît acelea avute în vedere mai sus la dimensionarea inelului şi deci nu mai este cazul să calculăm rezistenţele ce se nasc în pereţi în această ipoteză de calcul.

4. Să examinăm acum aceeaşi problemă în ipoteza că golurile din exteriorul celulelor nu se mai închid prin înscrierea figurii într-un cerc, forţele axiale introducîndu-se în sistem pe la noduri, printr-o precomprimare cu cabluri exterioare înfăşurate pe contur, ca în fig. 1. Datorită precomprimării, în noduri vor apare forţele $R = \sqrt{2-\sqrt{3}}\,F$, care, descompuse după barele 1—23, 1—2 etc. dau respectiv:

$$N_{1-23} = \sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{2-\sqrt{3}}F \quad \text{şi} \quad X_{1-2} = F/\sqrt{3}.$$

În bare se nasc şi momente, pentru că acest sistem nu poate fi socotit ca un sistem de coincidenţă decît dacă se neglijează deformările produse de forţele axiale, întrucît, din deformări, în nodurile 23, 1, 3, 5 etc. iau naştere nişte reacţiuni $X1$ paralele cu laturile 23—1, 3—5 etc. şi direct proporţionale cu raportul $i^2/l^2 = 27/375^2 = 0{,}19240^2$, care dau naştere în barele 23—1, 3—5, 7—9 etc. la nişte momente $M1 = M3 = M5 = -\frac{\sqrt{3}}{2}X_1 l.$

Valoarea forţei $X1$ se determină cu ajutorul ecuaţiei $X1\ \delta 11 + \Delta 10 = 0$, unde:

$$\delta_{11} = \delta^M_{11} + \delta^N_{11} + \delta^T_{11} = \frac{1}{EI}\left[\frac{2}{3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 l^3 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 l^3 + 0\right] = \frac{5\,l^3}{4\,EI} \quad \text{şi}$$

$$\Delta 10 = \frac{\sqrt{7}Rl}{EA}$$

$$X1 = -\frac{\sqrt{7}\,Rl}{EA}\cdot\frac{4\,EI}{5\,l^3} = -\frac{\sqrt{7}\,Ri^2}{5\,l^2} = -\frac{3\sqrt{7}R}{5\times 125^2} = -\,1{,}016\times 10^{-4}R \text{ tfm/m}$$

$$M1 = M3 = M5 = -\frac{1{,}016\sqrt{3}\times 3{,}75R}{2\times 10^4} = 0{,}00033\,R \simeq \frac{R}{3\,000} \simeq 0.$$

Deci forţa de precomprimare necesară în cabluri pentru a introduce în pereţii interiori un efort de precomprimare de 50 tf va fi $50\sqrt{3} = 86{,}6$ tf, iar după laturile periferice (23—1), $50\sqrt{\frac{3}{2}}\sqrt{2-\sqrt{3}} = 118{,}31$ tf.

Întrucît în această soluţie toate celulele silozului sînt egale, pentru necesităţile exploatării curente celula centrală se împarte în trei compartimente egale. În soluţia propusă, acestor compartimente (depozite de zi) le corespund cele şase celule buzunar rezultate din înscrierea celulelor într-un cilindru.

În urma precomprimării, pereţii Y ai celulei centrale se precomprimă numai cu un efort axial de cca 12,8% din compresiunea transmisă laturilor exagoanelor, întrucît sînt perpendiculari pe direcţia de precomprimare. Din această cauză, în laturile exagonului central se vor naşte momente de cca 3 tfm, care necesită o armătură suplimentară de cca 56,5% din secţiunea cablurilor de pe contur (50 tf/86,6 tf). Pentru comparare, se echivalează această armătură cu 12,70 m lungime de cablu pe contur (= 0,565 × 6 × 3,75 m).

De asemenea, trebuie ţinut seama şi de armătura necesară pereţilor Y din celula centrală a silozului, armătură care se echivalează cu 43%, respectiv 4,18 m lungime de cablu pe contur (0,43 × 3 × 0,866 × 3,75 (50,0 — — 12,8)/86,6 = 4,18 m).

Deci armătura suplimentară pentru armarea laturilor exagonului central şi a pereţilor Y din celula centrală se poate echivala cu o lungime suplimentară a cablurilor de precomprimare de 16,88 m (12,70 + 4,18).

5. Să presupunem acum că efectuăm precomprimarea celulelor exagonale după un contur poligonal convex, ca în fig. 8. Dezvoltînd acelaşi raţionament ca la punctul 3 de mai sus, obţinem:

$$X\sqrt{3}/2 = N_0/2 \quad \text{şi} \quad X^2 = N_0^2/3$$

$$6N^2(1+\sqrt{3})\,l/EA = 6Nl/EA + 6N_0^2\sqrt{3}l/EA + 24\,X^2l/EA \quad \text{sau}$$

$$1+\sqrt{3} = 1+\sqrt{3}N_0^2 + 4X^2 = \sqrt{3} - N_0^2 + 4N_0^2/\sqrt{3} = N_0^2\left(\sqrt{3}+\frac{4}{3}\right)$$

$$N_0^2 = 0{,}565\,N^2,\ N_0 = 0{,}752\,N \text{ şi } X = 0{,}434\,N.$$

Pentru $X = 50$ tf, $N = 115{,}20$ tf şi $N_0 = 86{,}60$ tf.

Faţă de rezultatele obţinute mai sus la punctul 4 privind momentul rezultat din sarcinile elastice, vom considera acest moment nul.

6. Pentru realizarea eforturilor de precomprimare determinate mai sus la punctele 3,4 şi 5, la dimensionarea fasciculelor de cabluri trebuie să ţinem seama şi de pierderile de sarcină ale acestora prin frecare pe traseu. Întrucît în cazurile examinate la punctele 3 şi 5, un inel complet se realizează din trei cabluri de lungime egală, raportul lr/r rămîne constant deoarece $lr = r\alpha$, iar frecarea cablurilor se face metal pe metal (cablurile se trag prin teci de metal) şi deci pierderile de sarcină prin frecare vor fi proporţionale cu forţa de tensionare, şi anume de cca 37% din aceasta.

În cazul soluţiei a treia, expusă mai sus la punctul 4, unde un inel se realizează din două cabluri, pierderile de sarcină vor fi mai mari, şi anume de cca 48%.

Prin alternarea cablurilor și tensionarea de la ambele capete, aceste pierderi se reduc la jumătate, adică : 18,65% în soluția I, 18,50%, în soluția a II-a și 24% în soluția a III-a, iar forțele efective de precomprimare vor fi respectiv 147, 137 și 107 tf.

7. În cazurile examinate mai sus, la punctele 3, 4 și 5, ne-am ocupat numai de precomprimarea silozurilor după direcția orizontală, deoarece în proiectele elaborate pentru silozurile de materii prime de la fabricile de bere Craiova și Constanța se preconizează numai precomprimarea după această direcție.

Silozurile multicelulare expuse mai sus se pot precomprima și pe direcția verticală prin lăsarea în pereții verticali a unor ferestre, sub care se încastrează cîte două perechi de urechi din oțel-beton sau inele, de care se ancorează cablurile de precomprimare, care se introduc în locașul lor, realizat prin glisare, pe la partea inferioară sau superioară pe unde se face și tensionarea și blocarea cablurilor (fig. 9).

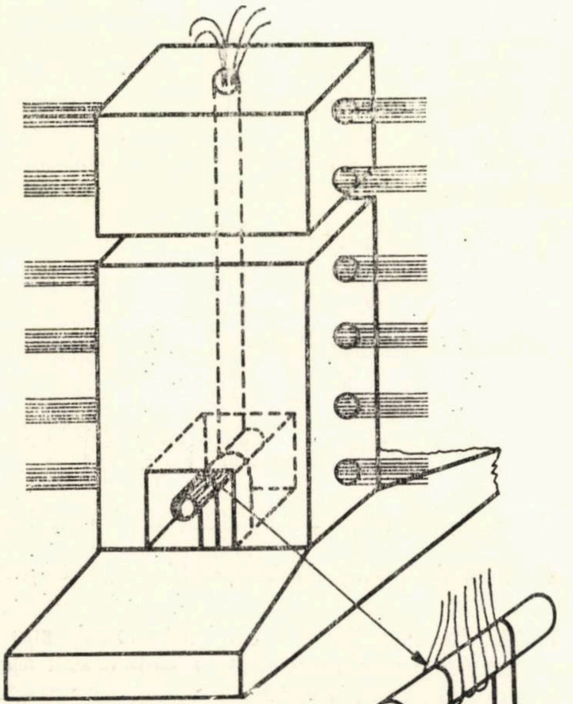


Fig. 9 – Precomprimarea pereților verticali

8. Recapitulînd elementele rezultate din ipotezele de calcul examinate mai sus, la punctele 3, 4 și 5, obținem datele din tabela 1, de unde rezultă că soluția a III-a este mai scumpă decît soluția propusă, în afară de economia de cca 8% ce se obține la articolele de lucrări influențate de formă, ca de exemplu : tencuieli exterioare, zidării, ferestre, pazii etc., care sînt mai reduse în soluția propusă, cu toate că suprafața și capacitatea silozului au crescut cu 47,78 m², respectiv 19,9%.

Din cele expuse mai sus rezultă următoarele

Tabela 1

Soluția	Suprafața utilă		Lungimea pereților		Forța de precomp.	Lungimea cablurilor	m³ beton/m³ capacitate 0,18 × col.4/2		kg SBP/m³ $\frac{6\times 7}{2}\times\frac{7,85}{12,5}$		m² cofraj/m³ 2 × col. 4/2		Cost beton, cofraj și cabluri – lei –		Observații
	m²	(I, II, III) : III	m	(I, II, III) : III	tf	m	m³/m³	(I, II, III) : III	kg/m³	(I, II, III) : III	m²/m³	(I, II, III) : III	lei/m³	(I, II, III) : III	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I. 7 celule exagonale înscrise într-un cerc	287,82	119,9%	152,55	124,8%	147,0	62,30	0,0955	104,4%	1,985	84,0%	1,062	104,0%	79,55³)	88,8%	0,955 × 305,00 + 1,985 × × 18,50 + 1,062 × 12,90 = = 79,55 lei
II. 7 celule exagonale înscrise într-un poligon	280,81	112,8%	151,46	123,9%	137,0	61,50	0,1007	109,4%	1,985	82,60%	1,052	103,0%	80,36³)	89,7%	0,1007 × 305,0 + 1,950 × × 18,50 + 1,052 × 12,90 = = 80,36 lei
III. 7 celule exagonale	240,05	100,0%	122,25¹) 112,50	100,0% 92,0%	107,5	80,43²) 63,55	0,0917	100,0%	2,365 1,780	100,0% 91,2%	1,020	100,0%	89,60³)	100,0%	0,0917 × 305,00 + 2,365 × × 20,50 + 1,020 × 12,90 = = 89,69 lei

¹) S-a cuprins și lungimea pereților $Y = 3 \times 0{,}866 \times 3{,}75 = 10{,}25$ m.
²) S-a cuprins și echivalentul în metri cabluri al armăturii suplimentare.
³) S-a obținut înmulțind col. 8 cu 305 lei/m³, col. 10 cu 18,50 lei/m², respectiv 20,50 lei/kg pt. toroane și col. 12 cu 12,90 lei/m² glisare.

Concluzii

1. Momentele maxime (1,47 tfm) şi minime (— 2,94 tfm) ce se nasc în pereţii exteriori ai cilindrului rămîn inferioare acelora ce se nasc în pereţii interiori din împingerea cerealelor (+ 1,50 şi —3,00 tfm/m), în cazul unei presiuni de calcul de 10 tfm/m^2, iar forţa axială din pereţii interiori rezultată din precomprimarea inelului cu o forţă de 124,07 tf, este de 50 tf.

2. Pentru o creştere a lungimii pereţilor cu 24,8% corespunde o creştere a capacităţii de însilozare de 19,9%, cu toate că soluţia propusă este cu 122 270 lei mai ieftină decît soluţia a III-a.

3. Deşi consumul de beton şi cofraje, raportate la unitatea de volum, este cu 4,4% mai mare în soluţia I, totuşi această soluţie revine cu 10,2% mai ieftină pe totalul acestor articole, întrucît costul cablurilor aparente şi al conurilor de ancorare este cu 6,2% mai mare în soluţia a III-a decît în soluţia I.

4. Costurile lucrărilor de instalaţii (de cca 300 lei/t) şi ale cheltuielilor de exploatare rămîn aceleaşi, deşi capacitatea silozului a crescut cu 19,9% şi deci aceste lucrări şi costuri, raportate la tona de cereale însilozate, se reduc în soluţia propusă cu cca 16,7%.

5. Prin închiderea silozului după un contur circular, lucrările de terasamente, fundaţii, lucrările pentru închiderea subsolului, a podului, lucrările de zidărie, tencuieli, pazii etc., se reduc cu cca 8%, deşi capacitatea silozului a crescut cu 19,9%.

6. Se realizează o conlucrare intimă între pereţii silozului şi cablurile de precomprimare, acestea nemaifiind expuse corodării, ca în cazul cablurilor exterioare din soluţia a III-a, care rămîn neprotejate tocmai în zona de ancorare, ceea ce necesită întreţinere şi înlocuirea periodică a acestora, ducînd la cheltuieli de întreţinere importante.

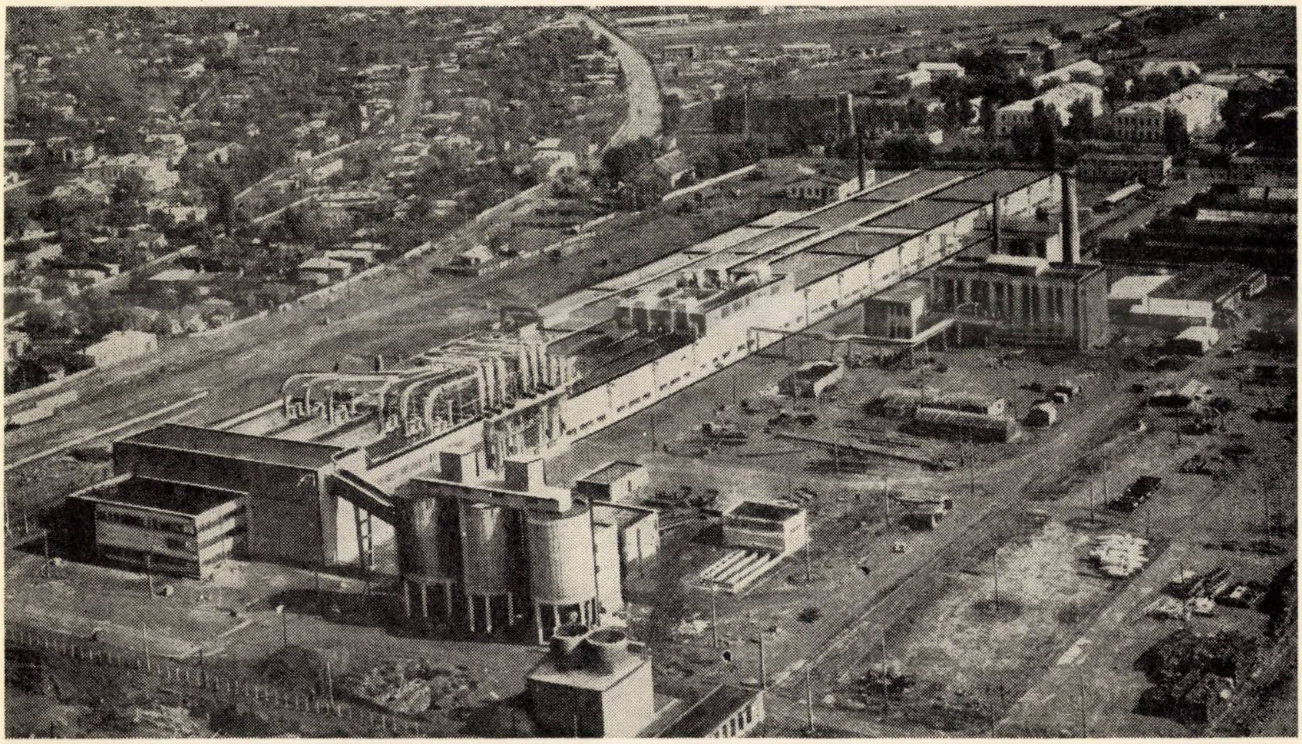
Consider că numai această deficienţă singură pune în cumpănă oportunitatea adoptării soluţiei a III-a.

7. Soluţia propusă permite o conlucrare mai bună a tuturor elementelor construcţiei (radier, pereţi, acoperiş etc.), şi deci o mai bună comportare la sarcinile permanente şi accidentale. Totodată, silozurile cilindrice compartimentate în interior, ca în cazul de faţă, permit o soluţie mult mai economică pentru radier şi acoperiş.

8. Soluţia a III-a nu asigură protecţia muncitorilor în timpul executării lucrărilor de precomprimare, pentru această operaţie fiind necesar să se ia măsuri speciale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Filipescu Gh. Em.: *Statica construcţiilor şi rezistenţa materialelor.* Bucureşti, 1940.
[2] Beleş A.A. şi Voinea R.: *Rezistenţa materialelor II,* Editura tehnică, Bucureşti, 1958.
[3] Mazilu P.: *Statica construcţiilor II,* Editura tehnică, Bucureşti, 1959.
[4] Prokofief I. P.: *Statica construcţiilor vol. II,* DPEO CFR, Bucureşti, 1951.



Zona industrială Focşani

CRITERII DE FOLOSIRE A BARIERELOR CONTRA VAPORILOR
la elementele de construcție ale clădirilor cu climat interior umed

Ing. EUGENIU DIMITRIU—VÂLCEA, fiz. GHEORGHE PETRESCU, chim. GEORGETA PIPERA
INCERC

Umiditatea elementelor de construcție se datorește atît apei introduse în procesul de execuție, cît și umidității din teren pătrunse prin ascensiune capilară, precum și umidității din mediul înconjurător.

Umiditatea elementelor de construcție corect proiectate și realizate prezintă de regulă o valoare maximă la execuție, care, în decurs de mai mulți ani de la darea în exploatare, descrește pînă la o anumită valoare denumită *umiditate normală* sau *de echilibru*.

Această umiditate depinde de regimul de umiditate din interiorul construcțiilor, de clima regiunii în care este amplasată clădirea respectivă (sub aspectul umidității relative și al regimului de precipitații), precum și de natura materialelor componente.

În cazul elementelor de construcție necorespunzător proiectate și executate sau exploatate, gradul de umiditate a elementelor de construcție crește în timp ca urmare a condensării vaporilor pe suprafața interioară sau în interiorul lor.

Umezirea progresivă prin condensarea vaporilor duce la micșorarea capacității de izolare termică a pereților exteriori, ceea ce amplifică fenomenul de umezire, avînd drept consecință înrăutățirea condițiilor confortului interior și reducerea durabilității elementelor de construcție datorită fenomenului de îngheț-dezgheț și reducerii în timp a rezistențelor mecanice ale materialelor.

Limitarea sau împiedicarea condensării vaporilor în elementele de construcție se realizează prin prevederea de bariere contra vaporilor la partea interioară a elementelor, iar în cazul în care această măsură nu este suficientă, este necesar a se introduce în alcătuirea acestor elemente straturi de difuzie a vaporilor sau canale de ventilație care accelerează evaporarea umidității la suprafața exterioară a elementelor.

1. NOTAȚII

N_w — perioada de condensare, în h;

ρ — densitatea aparentă a materialului în care are loc condensarea vaporilor, în kg/m³;

d_w — grosimea zonei de condens sau a materialului în care are loc condensarea, în m;

Δp_i — diferența de presiune a vaporilor din aerul interior și suprafața de început a zonei de condens, în mmHg;

Δp_e — diferența de presiune a vaporilor din suprafața de sfîrșit a zonei de condens și din aerul exterior, în mmHg;

R'_v — rezistența la difuzia vaporilor a porțiunii elementului de construcție situată între suprafața sa interioară și suprafața de început a zonei de condens, în m²hmmHg/h;

R''_v — rezistența la difuzia vaporilor a porțiunii elementului de construcție situată între suprafața de sfîrșit a zonei de condens și suprafața exterioară, în mmHg;

$\gamma = \frac{\Delta p_i}{\Delta p_e}$ — raportul între diferența de presiune a vaporilor din aerul interior și suprafața de început a zonei de condens, și respectiv diferența de presiune a vaporilor din suprafața de sfîrșit a zonei de condens și aerul exterior;

$\alpha = \frac{R'_v}{R''_v}$ — raportul între rezistența la difuzia vaporilor a porțiunii elementului de construcție dintre suprafața sa interioară și suprafața de început a zonei de condens, și respectiv rezistența la difuzia vaporilor a porțiunii elementului de construcție dintre suprafața de sfîrșit a zonei de condens și suprafața sa exterioară;

$\Delta p'_i$ — diferența de presiune a vaporilor din aerul interior și din suprafața de început a zonei de condens, în perioada de evaporare, în mmHg

$\Delta p'_e$ — diferența de presiune a vaporilor din suprafața de sfîrșit a zonei de condens și aerul exterior, în perioada de evaporare, în mmHg;

$\beta = \frac{N_w}{N_v}$ — raportul dintre perioada de condensare și cea de evaporare.

2. PRINCIPII DE BAZĂ PRIVIND PROIECTAREA ŞI AMPLASAREA BARIERELOR CONTRA VAPORILOR

Barierele contra vaporilor sînt straturile care se aplică, întotdeauna pe partea dinspre care pătrund vaporii, la elementele care separă încăperi cu regimuri de temperatură sau umiditate diferită, în scopul reducerii presiunii şi a cantităţii de vapori care străbat aceste elemente în limite prescrise, în vederea evitării condensării vaporilor sau acumulării progresive a umidităţii în interiorul acestor elemente.

Folosirea barierelor contra vaporilor decurge din necesitatea reducerii umidităţii de condens în elementele de construcţie şi a îmbunătăţirii comportării acestora din punct de vedere higrotermic.

Micşorarea umidităţii elementelor de construcţie are drept consecinţă creşterea capacităţii lor de izolare termică, diminuarea fenomenului de condens şi evitarea degradării izolaţiei termice şi a elementelor de construcţie ca urmare a umezirii şi îngheţării părţilor acestora situate în domeniul temperaturilor negative.

Necesitatea aplicării barierelor contra vaporilor şi, în consecinţă, a verificării comportării la difuzia vaporilor a elementelor de construcţie decurge din faptul că atunci cînd un element de construcţie separă două medii (de exemplu aerul interior de atmosfera exterioară) în care vaporii de apă au presiuni parţiale diferite, aceştia migrează prin elementul de construcţie spre mediul cu presiunea parţială mai scăzută şi, dacă întîlnesc în calea lor straturi de material cu temperatură mai mică decît temperatura punctului de rouă (corespunzătoare presiunii vaporilor în porţiunea acestui strat), excesul de vapori va condensa, producînd umezirea acestei zone a elementului de construcţie denumită *zona de condens* (iar în cazul reducerii acesteia la o suprafaţă, ***suprafaţa de condens***).

Stabilirea prin proiectare a posibilităţii apariţiei condensului se face pe cale grafică, reprezentînd elementul de construcţie cu grosimile straturilor componente luate la scara rezistenţelor la difuzia vaporilor şi construind pe acest grafic curba de variaţie a temperaturii ϑ în grosimea elementului şi, corespunzător acestor temperaturi, curba de distribuţie a presiunilor saturante a vaporilor p_s, precum şi dreapta care reprezintă căderea presiunii parţiale (efective) p a vaporilor de apă în grosimea elementului, în funcţie de presiunile parţiale şi de temperaturile în aerul de pe cele două feţe ale elementului.

În zonele în care presiunea parţială este mai mare decît presiunea saturantă este posibil să se producă condens, presiunea parţială putînd atinge în aceste zone valoarea presiunii saturante corespunzătoare zonei respective, excesul de vapori transformîndu-se în apă lichidă.

Condensarea vaporilor de apă are loc de obicei în perioada de iarnă; în timpul verii au loc eliminări prin evaporarea apei acumulate în element în timpul perioadei de condensare.

Cerinţele pentru împiedicarea sau limitarea acumulării progresive a umidităţii, ca urmare a condensării vaporilor de apă în interiorul elementului de construcţie în timpul exploatării, sînt prevăzute în STAS 6472—68 „Termotehnica în construcţii. Elemente fundamentale de proiectare".

Aceste cerinţe sînt următoarele:

— cantitatea vaporilor care condensează în perioada de condensare să fie mai mică decît cantitatea de apă care se poate elimina în cursul perioadei de evaporare:

$$P_w < P_v \qquad (1)$$

— creşterea umidităţii elementului de construcţie la sfîrşitul perioadei de condensare nu trebuie să depăşească anumite limite standardizate:

$$\Delta W \leqslant \Delta W_{adm} \qquad (2)$$

— condensarea vaporilor de apă în interiorul materialelor organice putrescibile nu este admisă

$$\Delta W = 0. \qquad (3)$$

Ultimele două condiţii sînt mai severe şi, în general, îndeplinirea lor atrage şi îndeplinirea primei condiţii.

Îndeplinirea acestor condiţii necesită o anumită alegere a alcătuirii elementului de construcţie şi a barierelor contra vaporilor.

Creşterea cantităţii de umezeală acumulate pe întreaga perioadă de condensare poate fi exprimată prin formula:

$$\Delta W = \frac{N_w}{10\rho d_w} \cdot \frac{\Delta p_i}{R'_v}\left(1 - \frac{\alpha}{\gamma}\right) [\%] \qquad (4)$$

Din analiza formulei de bază (4) rezultă că pentru reducerea valorilor ΔW în limite admisibile este necesar a se lua următoarele măsuri constructive, separat sau combinate, aplicate elementelor de construcţie în funcţie de climatul interior şi exterior al clădirilor:

a) Mărirea rezistenţei la difuzia la vapori R'_v a părţii din elementul de construcţie situată înspre presiunea mare a vaporilor în perioada de condensare (adică între aerul interior şi zona de condens), prin introducerea de bariere contra vaporilor. Aceasta va avea drept consecinţă o micşorare a cantităţii de vapori care pătrund dinspre interior în structură, ceea ce va reduce creşterea cantităţii de vapori condensată pînă la limitele admisibile sau, în cazul unei bariere suficient de puternice, va elimina complet pericolul de condens prin reducerea presiunilor parţiale ale vaporilor în grosimea structurii pînă la valori inferioare presiunilor saturante. Efectul aplicării unei bariere contra vaporilor pe suprafaţa inferioară a elementului de construcţie este evidenţiat prin diagramele din fig. 1.

În cazul peretelui neprotejat (fig. 1*a*), linia presiunilor parţiale p depăşeşte curba presiunilor saturante p_s în zona cuprinsă între punctele p_{s1} şi p_{s2} în care se produce condens.

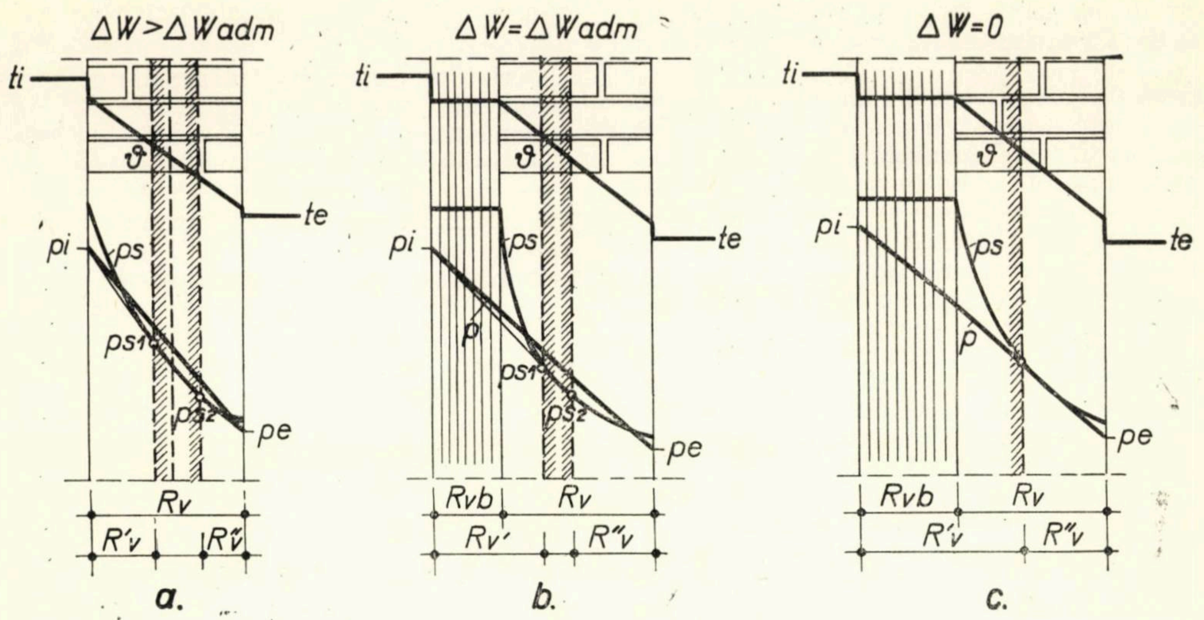


Fig. 1

Prin aplicarea unei bariere contra vaporilor pe faţa interioară a peretelui, presiunea vaporilor în structură scade, avînd ca efect reducerea zonei de condens la un plan (fig. 1 *b*). La aplicarea unei bariere mai puternice (fig. 1 *c*), linia presiunilor parţiale nu mai intersectează curba presiunilor saturante p_s şi deci nu mai apare condens.

Valoarea necesară a rezistenţei la difuzia vaporilor R'_v a părţii de element de construcţie între suprafaţa interioară şi suprafaţa de început a zonei de condens, care include şi rezistenţa R_{vb} a barierei contra vaporilor, este următoarea:

— pentru îndeplinirea condiţiei (1):

$$R'_{v\,\mathrm{nec}} = \frac{\Delta p_i - \Delta p'_i \beta}{\Delta p_e + \Delta p'_e \beta} R''_v \ [\mathrm{m^2 hmmHg/g}] \quad (5)$$

— pentru îndeplinirea condiţiei (2):

$$R'_{v\,\mathrm{nec}} = \frac{\Delta p_i N_w}{10 \rho\, d_w \Delta W_{adm} R''_v + \Delta p_e N_w} R''_v [\mathrm{m^2 hmmHg/g}] \quad (6)$$

— pentru îndeplinirea condiţiei (3):

$$R'_{v\,\mathrm{nec}} = \gamma R''_v \ [\mathrm{m^2 hmmHg/g}]. \quad (7)$$

b) Amplasarea materialelor termoizolatoare la alcătuirile multistraturi pe faţa exterioară *rece* a elementului de construcţie, ceea ce va avea ca efect creşterea temperaturii elementului de construcţie şi, ca urmare, deplasarea curbei presiunilor saturante p_s spre valori mai ridicate, astfel încît să nu mai aibă loc intersectarea cu linia presiunilor parţiale p (fig. 2):

c) Asigurarea posibilităţii de ventilare prin interspaţii de aer sau straturi de difuzie a vaporilor în legătură cu exteriorul. În interspaţiul de aer se produce detenta presiunii vaporilor, ceea ce are drept consecinţă micşorarea presiunilor parţiale p sub valoarea pre-

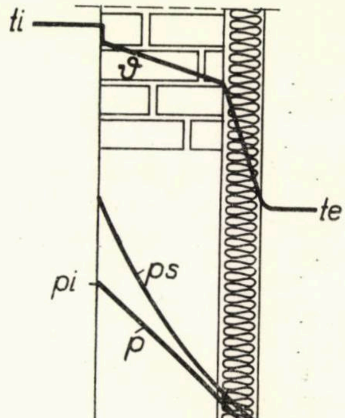


Fig. 2

siunii saturante p_s (fig. 3). Această soluţie se utilizează în cazul în care primele două măsuri ar necesita aplicarea unor bariere contra vaporilor sau termoizolaţii neeconomice, de obicei acolo unde în alcătuirea elementului de construcţie intră straturi cu rezistenţă mare la difuzia la vapori amplasate pe faţa *rece* a elementului de construcţie (ca de exemplu la acoperişuri, unde hidroizolaţia constituie o barieră puternică amplasată la exterior).

Desigur, aplicarea măsurilor anticondens în interiorul elementelor de construcţie se realizează de la caz la caz, intervenind din ce în

ce mai mult pe măsură ce umiditatea relativă interioară a construcțiilor crește peste 60%.

Barierele contra vaporilor se aplică elementelor exterioare de construcție (pereți, acoperișuri și terase) ale clădirilor civile, industriale și agrozootehnice, în special pentru încăperile cu umiditate relativă a aerului de peste 60%. De asemenea, barierele contra vaporilor se pot aplica și pereților interiori care separă încăperi cu regimuri de temperatură și umiditate discontinuu ridicate (băi, bucătării, spălătorii), de încăperi cu regimuri de temperatură și umiditate normale sau de încăperi neîncălzite.

Pentru o bună comportare în privința regimului de umiditate, barierele contra vaporilor se recomandă a se aplica, indiferent de umiditatea relativă a aerului din interiorul încăperilor, în următoarele cazuri:

— la elementele exterioare omogene și ușoare (pereți, acoperișuri etc.) alcătuite din materiale poroase, permeabile la vapori (cum sînt cărămizile de diatomit argilă, blocurile mici de beton celular sau betoanele ușoare, plăcile izolatoare din vată minerală), dacă acestea sînt căptușite la exterior cu straturi din materiale cu rezistență mare la difuzia vaporilor (hidroizolații, foi de tablă, sticlă armată etc.), concomitent cu asigurarea eliminării umidității din condensarea vaporilor în interiorul elementelor prin prevederea unor interspații de aerare (straturi de difuzia vaporilor, canale de ventilație) puse în legătură cu aerul exterior;

— la elementele exterioare mixte alcătuite din materiale cu conductivitate termică mare, placate la interior cu materiale termoizolatoare poroase, permeabile la vapori, ca de exemplu pereți din beton greu placați la interior cu plăci de beton celular autoclavizat;

— la acoperișuri și la pereți din panouri mari prefabricate cu structură neomogenă, în cel puțin trei straturi, alcătuite în principiu dintr-un strat portant interior de beton armat, un strat termoizolator din plăci semirigide de vată minerală, plăci de polistiren celular, plăci de beton celular autoclavizat etc. și un strat de protecție exterior.

În scopul asigurării evaporării în timpul verii a apei acumulate prin condensul vaporilor în timpul iernii, barierele contra vaporilor nu se aplică în cazul cînd umiditatea relativă a aerului interior este mai mică sau egală cu 60%, la următoarele tipuri de elemente de construcție:

— pereți omogeni (zidărie de cărămidă, blocuri mici de beton ușor, de beton celular autoclavizat, de beton ușor turnați monolit etc.);

— pereți omogeni placați la exterior cu materiale poroase permeabile la vapori;

— acoperișuri din plăci armate omogene, realizate cu materiale poroase permeabile la vapori (de exemplu beton celular autoclavizat) la care hidroizolația este aplicată direct pe aceste plăci, cu sau fără strat intermediar de difuzia vaporilor.

În fig. 4 este dat domeniul de folosire de principiu al barierelor contra vaporilor în funcție de tipul elementelor de construcție (pereți, acoperișuri), precum și de umiditatea relativă a aerului în interiorul clădirilor.

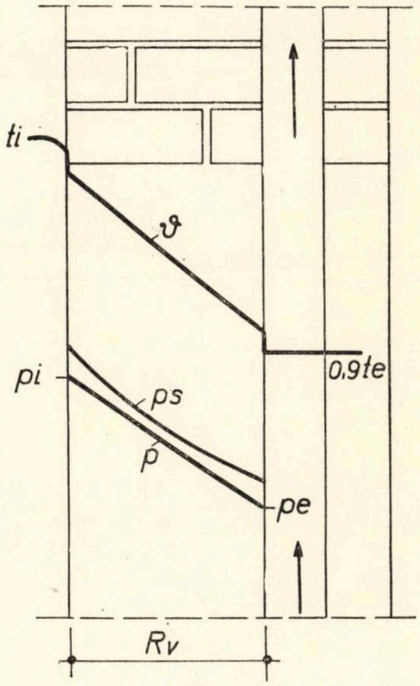


Fig. 3

3. CRITERII DE ALEGERE ȘI REALIZARE A BARIERELOR CONTRA VAPORILOR

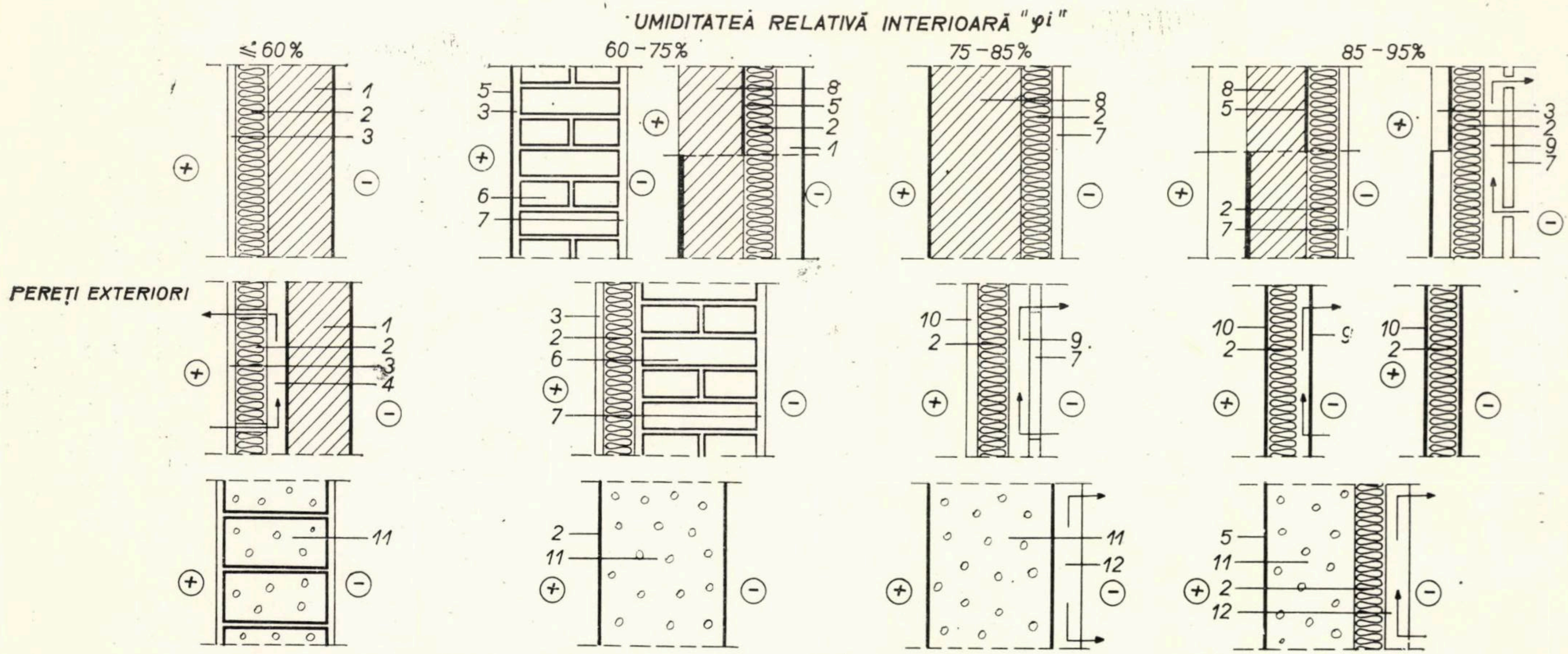
Barierele contra vaporilor pot fi executate sub forma de

- pelicule de:
  - — vopsea pe bază de ulei,
  - — email pe bază de alchidal,
  - — vopsea bituminoasă sau bitum la cald,
  - — email pe bază de copolimer vinilic,
  - — email pe bază de clor-cauciuc,
  - — email pe bază de acetat clorură de vinil,
  - — email pe bază de poliuretani;
- folii de:
  - — carton bitumat,
  - — țesătură din fibre de sticlă bitumată,
  - — polietilenă,
  - — aluminiu;
- straturi complexe alcătuite din:
  - — cartoane și pînze bitumate între straturi de bitum,
  - — împîslituri și țesături din fibre de sticlă bitumate între straturi de bitum.

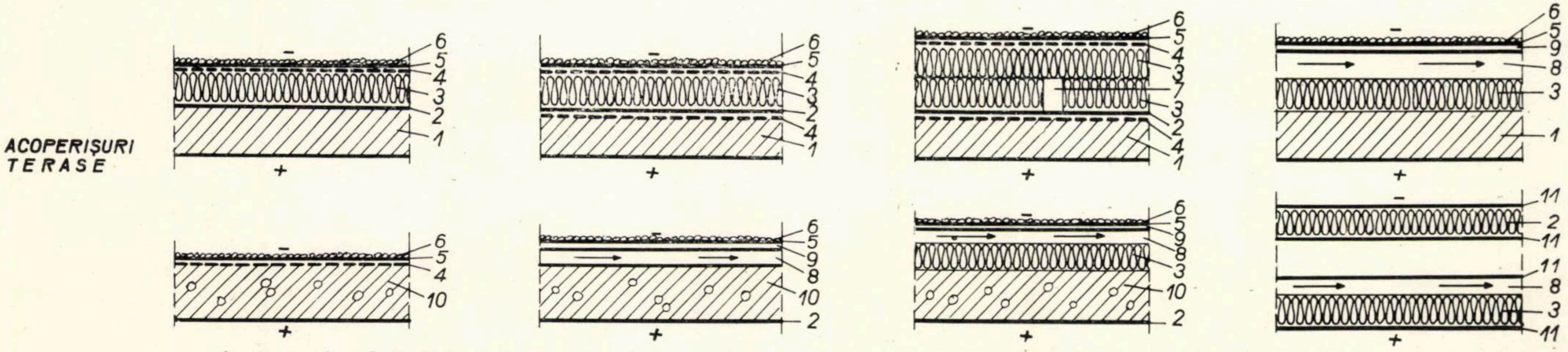
După natura suprafeței pe care se aplică, se poate utiliza ca barieră contra vaporilor:

— vopseaua de ulei și email pe bază de alchidal, pe glet de ipsos;

— vopseaua bituminoasă, emailul pe bază de copolimer vinilic și emailul pe bază de clor-cauciuc pe glet de ipsos, pe tencuială din mortar de ciment sau pe beton;



1 - b.a. exterior. 2 - termoizolație. 3 - protecție interioară. 4 - interspațiu aer ventilat interior. 5 - barieră contra vaporilor. 6 - zid cărămidă. 7 - protecție exterioară. 8 - b.a. interior. 9 - interspațiu ventilat exterior. 10 - tablă. 11 - b. celular autoclavizat. 12 - azbociment ondulat.



1 - planșeu b.a. 2 - barieră contra vaporilor. 3 - termoizolație. 4 - difuzia vaporilor. 5 - hidroizolație. 6 - protecția hidroizolației. 7 - canal aer ventilat 8 - interspațiu aer ventilat. 9 - suport hidroizolație. 10 - b.celular autoclavizat armat. 11 - tablă.

Fig. 4

— foliile bitumate, de polietilenă sau de aluminiu, precum şi straturile complexe din folii bitumate între straturi de bitum, pe tencuială sau şapă din mortar de ciment sau beton.
Criteriile legate de funcţionalitatea barierelor contra vaporilor constituie eficacitatea, continuitatea şi economicitatea.
În privinţa eficienţei, barierele contra vaporilor prezintă drept principala caracteristică în legătură cu difuzia vaporilor, rezistenţa la difuzia vaporilor.
Valorile de calcul ale barierelor contra vaporilor curente în ţara noastră, folosite în proiectarea termotehnică, sînt reglementate prin STAS 6472—68 şi ele sînt indicate în tabela 1.
Valorile adoptate de diverşi specialişti şi de diverse prescripţii pentru calculele de proiectare, pe de o parte diferă între ele şi, pe de altă parte, diferă faţă de valorile obţinute prin determinări de laborator prin metode clasice, efectuate pe probe cu suprafeţe mici şi în condiţii de temperatură constantă.
Astfel, literatura de specialitate din URSS şi, mai recent, prescripţiile din RDG, precum şi proiectul de norme CAER privind termotehnica construcţiilor, de care s-a ţinut seama şi la elaborarea STAS 6472—68, indică (fig. 5), pentru diverse pelicule pe bază de vopsea de ulei sau emailuri din polimeri, valori ale rezistenţelor la difuzia vaporilor de ordinul a 5 m^2hmmHg/g, literatura de specialitate din RDG indică valori de ordinul a 35 m^2hmmHg/g, în timp ce în laborator, determinate prin metode clasice, se obţin rezultate de 150 ... 200 m^2hmmHg/g.

Pentru folii de polietilenă, rezistenţele la difuzia vaporilor, determinate în laborator, pot oscila între 300 şi 2000 m^2hmmHg/g, în timp ce valoarea prescrisă de normele CAER şi de normele naţionale este de 5, respectiv 25 m^2 hmmHg/g.
În aceste condiţii, este evident că adoptarea uneia sau alteia din valorile indicate pentru aceeaşi barieră contra vaporilor schimbă complet rezultatele unui calcul de proiectare a elementelor de construcţie la difuzia vaporilor de apă, de unde decurge necesitatea unor cercetări aprofundate pentru stabilirea corectă a parametrilor de calcul pentru barierele uzuale în Republica Socialistă România.
Cauzele principale ale contradicţiilor între valorile adoptate de diverşi cercetători pentru rezistenţa la difuzia vaporilor a barierelor contra vaporilor sînt următoarele:
— deosebirile calitative între materialele luate în consideraţie;
— defectele existente în materiale;
— defectele de aplicare şi îmbinare la punerea materialelor în operă;
— solicitările termice, de umiditate şi mecanice la care sînt supuse barierele contra vaporilor în cursul exploatării construcţiei.
Determinările de laborator efectuate prin metoda clasică nu pot cuprinde decît cel mult influenţa primilor doi factori întrucît, pe de o parte corpurile de probă au suprafeţe mici (de ordinul zecilor sau cel mult sutelor de cm^2), iar pe de altă parte debitul de vapori care străbate proba este realizat numai pe baza diferenţei de concentraţie între cele două medii umede separate prin probele de bariere contra vaporilor, fără însă ca între acestea să existe vreo diferenţă de temperatură.
Pentru a se putea lua în consideraţie şi influenţa celorlalţi doi factori menţionaţi mai sus, în cadrul INCERC s-a elaborat o metodă originală care permite realizarea determinărilor pe probe cu suprafeţe mari, executate în condiţii analoge celor din construcţii şi supuse, în timpul încercărilor, concomitent atît unui gradient de temperatură, cît şi unui gradient de umiditate.
În această metodă, proba de barieră contra vaporilor sub formă de peliculă se aplică pe faţa unui panou de beton armat de 3 cm gro-

Tabela 1

Nr. crt.	Denumirea stratului	Grosimea stratului (mm)	Valorile de calcul ale rezistenţei la permeabilitate la valori R_v (m^2h mmHg/g)
1	Strat de bitum aplicat la cald	—	2,0
2	Peliculă de vopsea de ulei aplicată în două straturi, cu prealabilă grunduire şi spacluire	—	4,8
3	Peliculă de email pe bază de alchidal	—	3,6
4	Peliculă de email pe bază de copolimer vinilic aplicată în două straturi	—	29,0
5	Peliculă de email pe bază de clorcauciuc aplicată în două straturi	—	26,0
6	Strat de mastic de bitum	—	4,8
7	Idem, două straturi	—	8,1
8	Folie de polietilenă	0,5	29,0
9	Carton asfaltat	1...1,5	2,5
10	Pînză asfaltată	2,5... 3	8,3
11	Hidroizolaţie alcătuită din două straturi de carton asfaltat între trei straturi de bitum	8	20,9
12	Hidroizolaţie alcătuită din trei straturi de carton asfaltat între patru straturi de bitum	10...12	25,7
13	Hidroizolaţie alcătuită din două straturi de carton asfaltat şi un strat de pînză asfaltată între patru straturi de bitum	12...14	29,3

sime şi cu suprafaţa (1,25 ×2,25 m) gletuită sau finisată conform prevederilor de aplicare a peliculelor respective.

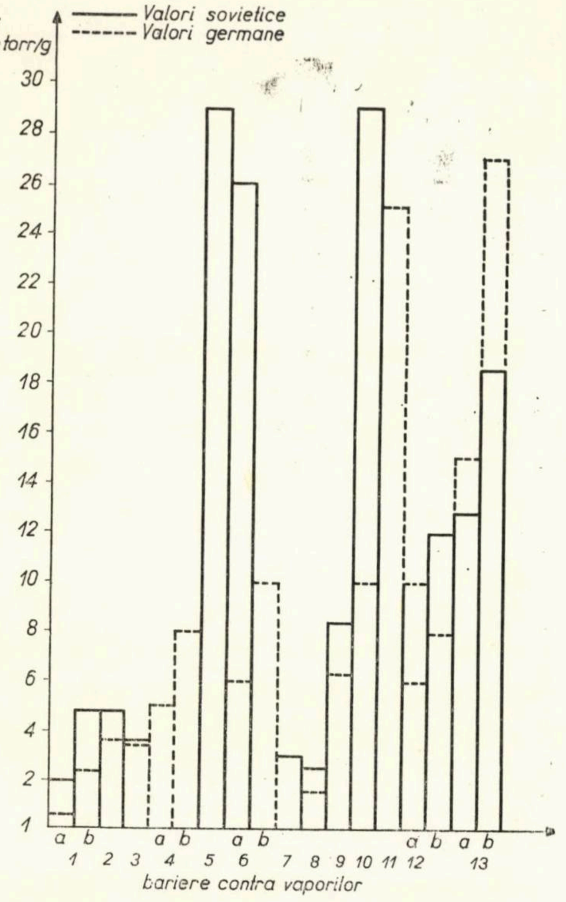


Fig. 5 — Valorile rezistenţelor la difuzarea vaporilor la o serie de bariere de vapori: 1 — vopsea bitum la cald (*a*: un strat; *b*: două straturi); 2 — vopsea ulei în două straturi; 3 — vopsea email; 4 — vopsea alchidal (*a*: un strat; *b*: trei straturi); 5 — vopsea lac clor polivinilic (două straturi); 6 — vopsea lac clor — cauciuc (*a*: două straturi; *b*: trei straturi); 7 — carton asfaltat cu un strat acoperire; 8 — carton impregnat; 9 — carton asfaltat cu două straturi acoperire; 10 — folie polietilenă; 11 — folie aluminiu; 12 — hidroizolaţie carton asfaltat (*a*: două straturi; *b*: trei straturi); 13 — hidroizolaţie pînză asfaltată (*a*: două straturi; *b*: trei straturi).

În cazul barierelor din folii care, în construcţii, sînt înglobate în elementele de construcţie (panouri mari pe pereţi, acoperişuri, terase etc.), s-a turnat un prim strat de beton de 1,5 cm grosime, s-a aplicat bariera contra vaporilor şi apoi s-a turnat în continuare al doilea strat pînă la completarea grosimii totale de 3 cm, după care elementul astfel realizat a fost vibrat spre a se reproduce condiţiile de fabricaţie analoge celor de la pereţii din panouri mari prefabricate.

Panoul astfel pregătit se aplică etanş peste o cuvă de aluminiu şi întreg ansamblul se montează între camerele de climă ale unui aparat de climatizare, aşa încît pe faţa corespunzătoare barierei să se realizeze un mediu cu temperatură de 18 ... 20°C şi umidităţi relative între 60 şi 95%, analog condiţiilor de exploatare din interiorul diverselor construcţii, iar pe suprafaţa cuvei de aluminiu o temperatură apropiată de 0°C şi cu o presiune de vapori corespunzătoare temperaturii celei mai coborîte, după principiul peretelui rece al lui Watt.

În aceste condiţii, vaporii care străbat proba sub influenţa gradientului de temperaturi şi umiditate condensează pe cuva de aluminiu. Cantitatea de apă provenită din condens este culeasă, printr-un ştuţ lateral al cuvei, într-un cilindru gradat, măsurîndu-se în acest fel în stare lichidă, debitul de vapori care a difuzat prin probă.

Prin această metodă au fost încercate bariere contra vaporilor atît sub formă de folie, cît şi sub formă de pelicule.

În fig. 6 sînt prezentate rezultatele obţinute pentru o folie de polietilenă de 0,12 mm grosime, în funcţie de umiditatea relativă a aerului de pe faţa *caldă* a panoului, atît pentru panoul în care este înglobată proba, cît şi pentru un panou martor (fără barieră contra vaporilor).

Se constată că rezistenţa la difuzia vaporilor pentru ambele panouri scade cu creşterea umidităţii aerului din camera *caldă*, ceea ce este normal dacă se are în vedere că, la umidităţi mari ale aerului şi temperaturi scăzute ale panoului, în acesta se produc condensări capi-

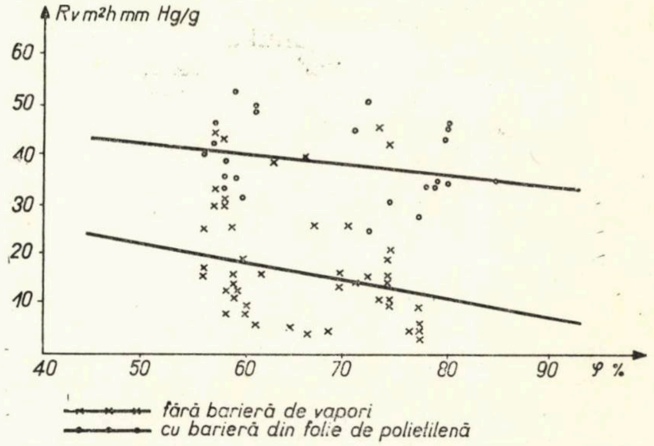


Fig. 6 — Variaţia rezistenţei la permeabilitatea la vapori a panoului în funcţie de umiditatea relativă a aerului pe faţa caldă.

lare, ceea ce face ca la fenomenul permeabilităţii la vapori să se suprapună efectul migraţiei vaporilor în faza lichidă, prin capilaritate.

Rezistenţa medie la difuzia vaporilor a foliei de polietilenă (obţinută din diferenţa între valorile medii ale rezistenţelor la difuzia vaporilor ale panourilor, cu şi fără barieră) este de 27 m²hmmHg/g.

Această valoare este în concordanţă cu aceea adoptată în normele noastre. Menţionăm că determinările efectuate pe aceeaşi folie prin metoda clasică au dat un $R_v = 530$ m² hmmHg/g, ceea ce demonstrează ipoteza făcută anterior că solicitările termice de umiditate şi mecanice ale barierelor în condiţii de exploatare influ-

ențează sensibil proprietățile lor de rezistență la difuzia vaporilor.

În fig. 7 este redată comportarea unei bariere contra vaporilor sub formă de peliculă, pe bază de email perclorvinilic, realizată după prescripțiile secției Protecția contra coroziunii

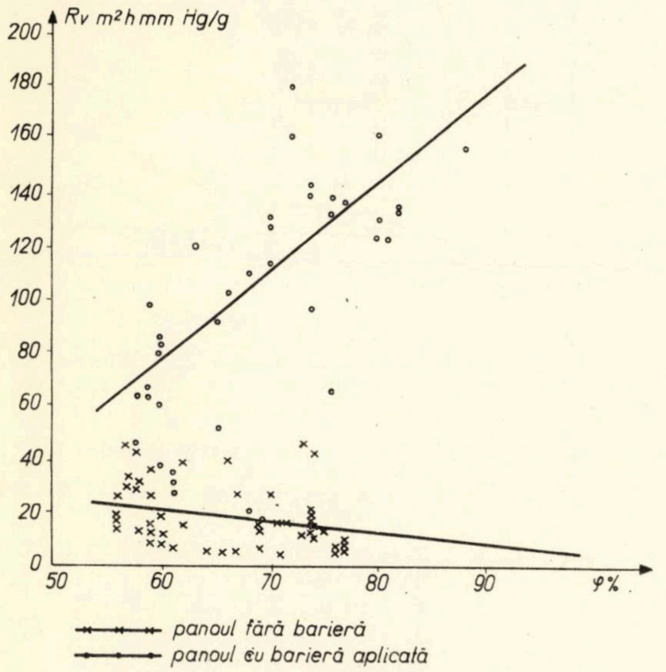


Fig. 7 — Rezistența la permeabilitatea la vapori pentru o barieră sub formă de vopsitorie cu perclorvinil aplicată pe un panou de beton.

din INCERC, pentru condiții de umiditate ridicată, cu următoarea structură:

— glet de ciment cu aracet;

— amorsaj perclorvinilic;

— email perclorvinil aplicat în patru rînduri.

Pentru umiditatea relativă medie a aerului de 75% a rezultat o rezistență la difuzia vaporilor de 114 m²hmmHg/g, ceea ce reprezintă o valoare destul de ridicată în comparație cu valorile cuprinse între 5 și 30 m²hmmHg/g, caracteristice barierelor contra vaporilor în pelicule pe bază de vopsele de ulei sau de emailuri din polimeri.

Se menționează că, spre deosebire de rezultatele prezentate în figura precedentă pentru betonul fără barieră și pentru folia de polietilenă, aici rezistența la difuzia vaporilor crește sensibil cu creșterea umidității, adică invers comportării obișnuite a barierelor. Această comportare se datorează probabil variației dimensionale (umflării) în structura grundului de perclorvinil sau aracet, ceea ce face ca bariera să devină *mai puțin poroasă* sub influența umidității și deci mai impermeabilă la vapori.

În orice caz, aceste rezultate sînt confirmate și de experimentările prin metoda clasică prezentată în fig. 8, în care au fost redate curbele privind rezistența la difuzia vaporilor corespunzătoare unor straturi multiple de perclorvinil aplicate, fie pe grund de perclorvinil, fie pe grund de aracet, în comparație cu peliculele propriu-zise fără suportul respectiv, precum și cu cele corespunzătoare unui strat de mortar fără bariere.

Se constată și aici că, în timp ce la mortar rezistența la difuzia vaporilor scade cu creșterea umidității relative a aerului, iar la pelicula pe bază de perclorvinil fără nici un suport rămîne practic constantă sau crește foarte puțin, la peliculele aplicate pe grunduri această creștere a rezistenței la difuzia vaporilor cu umiditate este foarte pronunțată, ceea ce confirmă ipoteza de mai sus a influenței stratului suport asupra rezistenței la difuzia vaporilor.

În ceea ce privește eficiența barierelor contra vaporilor, aceasta depinde nu numai de omogenitatea materialelor care intră în componența barierelor, dar și de continuitatea realizată la aplicarea pe suprafața interioară a elementelor de construcție (în genere sub formă de pelicule) sau a termoizolației (în genere din folii).

În scopul realizării unei continuități cît mai perfecte este necesar ca aceste pelicule să fie petrecute și lipite la îmbinări (folii din cartoane și pînze bitumate, folii din aluminiu) sau sudate la îmbinări (folii din polietilenă).

Din punct de vedere economic, foliile simple din cartoane bitumate sau din polietilenă sînt cele mai ieftine, barierele contra vaporilor în pelicule din polimeri sau din alcătuiri complexe de folii bitumate și foliile de aluminiu

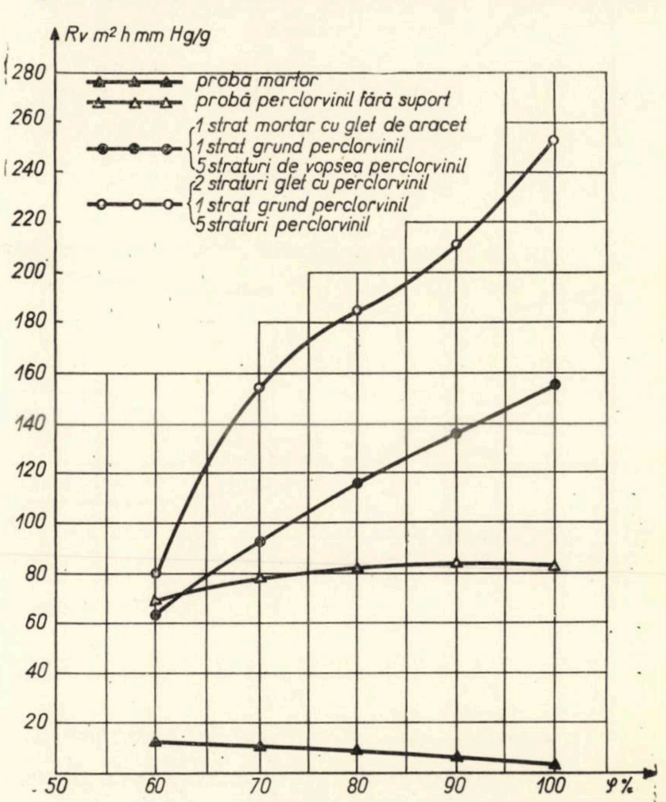


Fig. 8 — Variația rezistenței la permeabilitatea la vapori a barierelor din pelicule de perclorvinil, în funcție de umiditatea aerului interior.

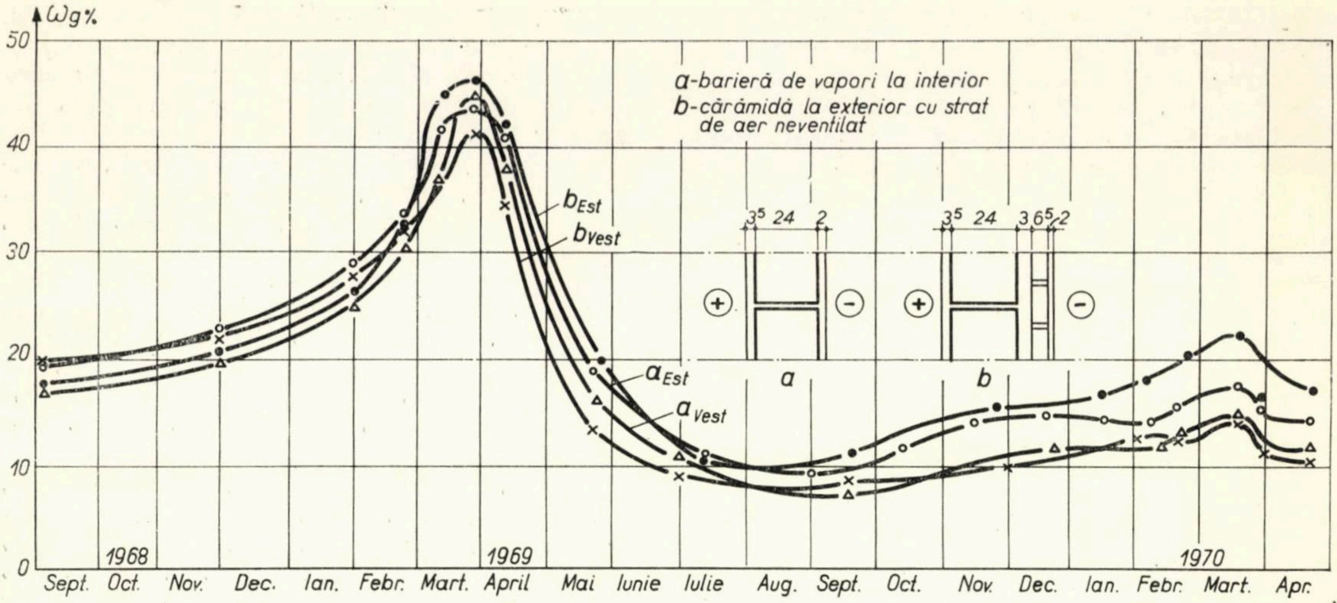


Fig. 9 – Variația în timp a umidității medii a pereților din beton celular autoclavizat pentru o hală de gestație.

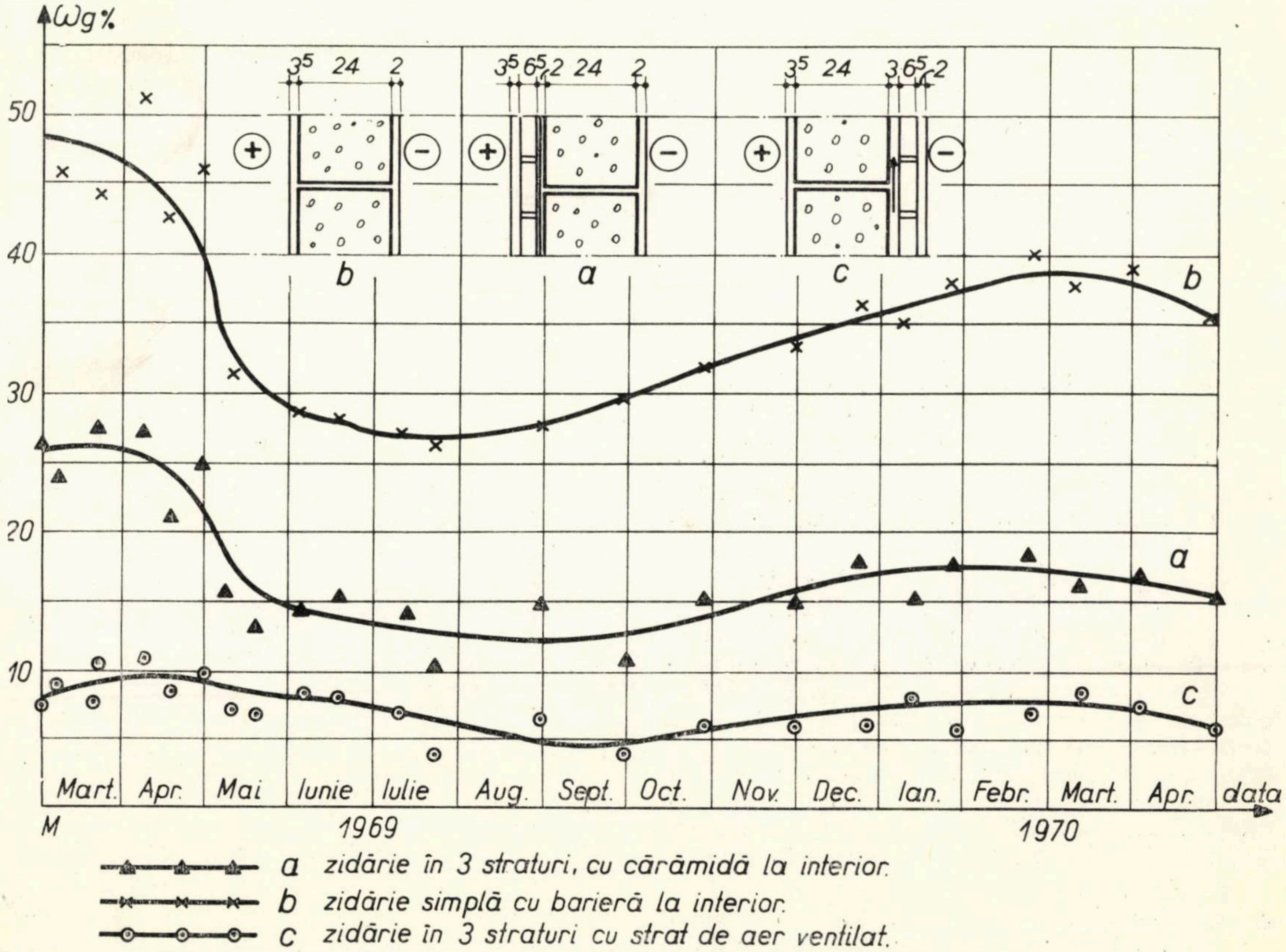


Fig. 10 – Variația în timp a umidității medii a pereților din beton celular autoclavizat pentru o hală de îngrășătorie

putînd atinge valori de zeci de ori mai mari, însă fiind de tot atîtea ori mai eficiente din punctul de vedere al difuziei vaporilor.

4. EXPERIMENTĂRI PRIVIND COMPORTAREA ÎN EXPLOATARE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCŢIE LA CARE S-AU ADOPTAT MĂSURI ÎMPOTRIVA CONDENSULUI

În vederea stabilirii stării de umiditate a unor elemente de construcţie la construcţii în exploatare (construcţii agrozootehnice neîncălzite pentru porcine, cu umidităţi relative interioare de iarnă între 60...80%), s-au efectuat asupra unor pereţi din blocuri mici de beton celular autoclavizat măsurători de umiditate, pe cale electrică, care au urmărit evoluţia umidităţii la diferite adîncimi în grosimea pereţilor, cu ajutorul unui sistem de sonde metalice.

Alcătuirile zidăriilor au fost următoarele:

- zidărie cu bariere contra vaporilor:
  - — omogenă, de 24 cm grosime, avînd pe faţa interioară aplicată o barieră contra vaporilor din copolimeri vinilici pe o tencuială cu mortar M 100;
  - — zidărie în două straturi: zidărie din blocuri mici de beton celular autoclavizat de 24 cm grosime la exterior şi zidărie tencuită din cărămidă pe cant la interior, cu o barieră contra vaporilor dintr-un strat de carton bitumat între zidăria de cărămidă şi cea din blocuri mici de beton celular autoclavizat;
- zidărie aerată, tencuită la interior cu mortar M 100:
  - — zidărie în trei straturi: zidărie din blocuri mici de beton celular autoclavizat de 24 cm grosime, un strat de aer ventilat sau neventilat şi un strat de protecţie exterior din cărămidă pe cant;
  - — zidărie în două straturi: zidărie din blocuri mici de beton celular de 24 cm grosime, placate la exterior cu plăci ondulate de azbociment, cu stratul de aerare realizat datorită ondulelor plăcilor de azbociment.

Evoluţia în timp a umidităţii medii în grosimea pereţilor este redată prin curbele din fig. 9 şi 10.

Din analiza acestor curbe se constată următoarele:

— umiditatea zidăriilor descreşte în timp începînd din primul an al execuţiei; pe măsură ce umiditatea pereţilor scade, scade şi viteza de evaporare a apei din pereţi, întrucît umiditatea acestora se apropie de umiditatea de echilibru; apa acumulată în timpul iernii s-a evaporat în perioada călduroasă, în pereţi nepro-

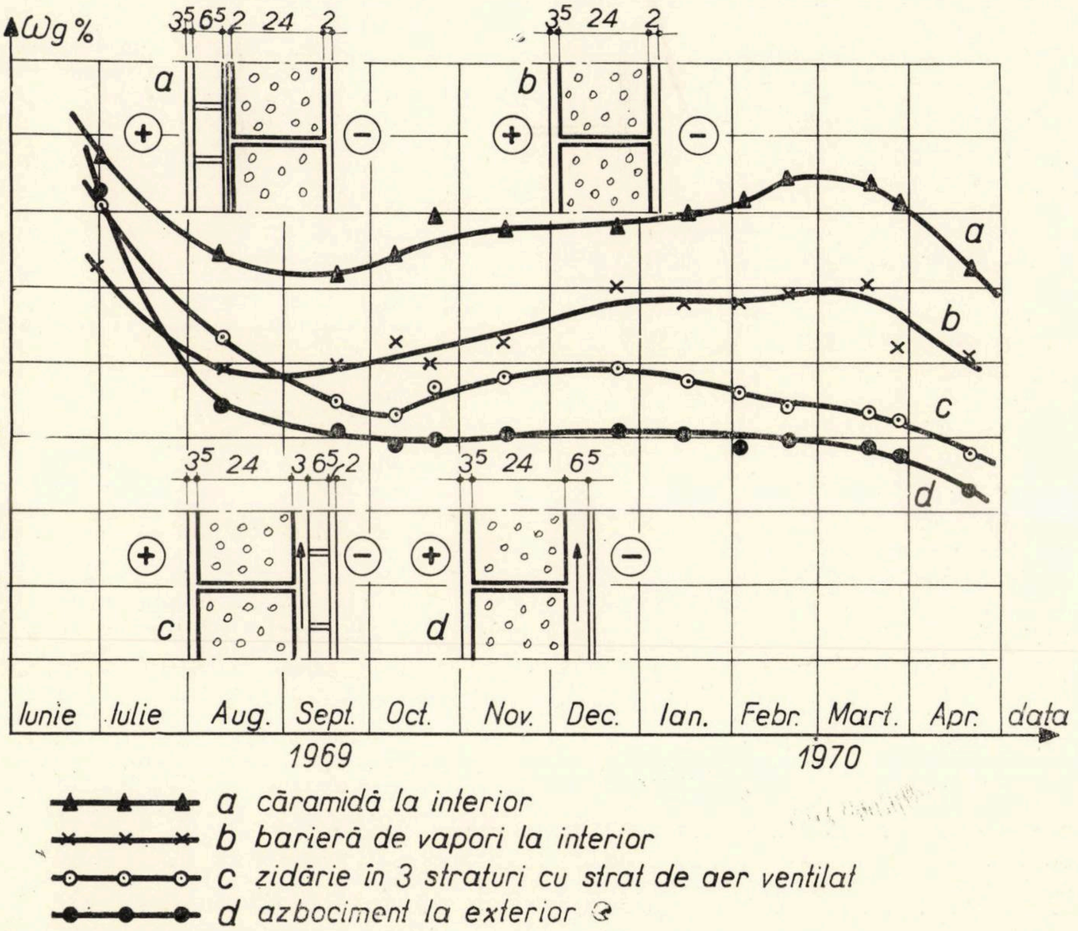


Fig. 11 – Evoluţia umidităţii în pereţii din beton celular autoclavizat ai cabinei experimentale INCERC

ducîndu-se o acumulare progresivă de apă de la an la an;

— umiditatea atinsă la sfîrşitul perioadei călduroase, în decursul unui ciclu de un an, se află sub umiditatea iniţială, măsurată la data intrării în exploatare a construcţiei, precum şi sub cea măsurată la sfîrşitul perioadei de condensare.

În timpul exploatării, iarna, s-a observat condens pe suprafaţa interioară a pereţilor omogeni; la zidăria în două şi în trei straturi, acest fenomen nu a apărut, datorită capacităţii de izolare termică mai mare decît a zidăriei simple, precum şi faptului că tencuiala sau zidăria de cărămidă interioară pe cant poate absorbi apa condensată, mascînd astfel acest fenomen şi lucrînd ca un regulator de umiditate.

Compararea evoluţiei relative a umidităţii prin viteza de creştere în timpul iernii şi de descreştere a umidităţii în timpul verii arată că, în ceea ce priveşte valoarea şi variaţia umidităţii în timp, pereţii se comportă în ordinea următoare de eficienţă:

— zidăriile aerate: întîi cele aerate cu plăci ondulate de azbociment şi apoi cele în trei straturi (cu interspaţiul de aer ventilat), diferenţierea datorîndu-se probabil unei evaporări mai intensive la primul tip de pereţi;

— zidăriile cu strat de aer neventilat, zidăriile omogene şi cele în două straturi cu barieră contra vaporilor; la aceasta din urmă, condensul vaporilor pe barieră a amplificat conţinutul de umiditate în timpul iernii şi a încetinit evaporarea spre interior a umidităţii din zidăria de blocuri mici de beton celular autoclavizat, în timpul verii.

5. CONCLUZII

1. — Barierele contra vaporilor constituie măsuri eficiente pentru menţinerea, la construcţii cu umiditate relativă ridicată, a conţinutului de umiditate a elementelor de construcţie la valori de echilibru reduse.

Aplicarea lor se face în funcţie de gradul de umiditate relativă ridicat al construcţiilor, în combinaţie cu alte măsuri constructive, ca straturi de aerare sub formă de straturi de difuzie sau canale de aerare.

2. — Eficienţa reală a barierelor contra vaporilor, realizată în condiţii de exploatare, este mai mică decît cea stabilită în laborator pe probe mici, supuse numai unui gradient de temperatură.

Metoda, elaborată în cadrul INCERC, pentru probe de dimensiuni mari, cu considerarea concomitentă a gradientului de temperatură şi umiditate, permite obţinerea unor valori ale rezistenţei la permabilitatea la vapori în concordanţă cu cele realizate efectiv în construcţii şi care pot fi deci adoptate direct în calculele de proiectare.

Rezistenţa la permeabilitatea la vapori a barierelor scade în general cu creşterea umidităţii aerului interior; pentru unele bariere însă, ca de exemplu pentru cele alcătuite din pelicule de perclorvinil sau aracet, rezistenţa la permeabilitatea la vapori poate creşte cu creşterea umidităţii datorită suportului din grund care se umflă şi etanşează în acest fel porii peliculei de perclorvinil.

3. — Experimentările *in situ*, privind umiditatea unor alcătuiri de pereţi exteriori la clădiri cu climat interior foarte umed, arată o concordanţă cu calculele teoretice privind difuzia vaporilor prin elementele de construcţie, precum şi eficienţa aplicării barierelor contra vaporilor şi a straturilor de aerare în ceea ce priveşte reducerea umidităţii acestor elemente.

De asemenea, aceste experimentări au demonstrat justeţea luării în considerare, în calculul de proiectare, a bilanţului anual de umiditate, cuprinzînd atît perioada de condensare, cît şi cea de evaporare la elementele de construcţie, pînă la realizarea mediei de echilibru, care se poate stabili la mai mulţi ani de la execuţie, pe baza valorii iniţiale şi a descreşterii anuale a umidităţii elementului de construcţie.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bobran W.: *La tema renovarea construcţiilor noi.* Boden, Wand, Decke, oct. 1962.

[2] Cammerer J. S.: *Der Wärme- und Kältenschutz in der Industrie.* Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. 1962.

[3] Davidescu Al.: *Cîteva aspecte ale termodifuziei vaporilor prin elementele exterioare de construcţii.* Comunicare prezentată la Congresul RILEM-CIB 16—19 aug., Helsinki-Finlanda 1965.

[4] Dănilă N.: *Contribuţii la studiul termoficării în RSR şi la alegerea schemelor optime de termoficare pentru condiţiile din ţară.* Bucureşti, 1958 (lucrare de disertaţie).

[5] Dimitriu V. E., Georgescu St.: *Alegerea temperaturii exterioare de calcul pentru elementele exterioare de construcţie.* Standardizarea, nr. 7, 8, 9, 1959, Bucureşti.

[6] Dimitriu V. E.: *Zonificarea teritoriului RSR din punct de vedere al temperaturii exterioare de calcul,* Energetica, nr. 10, 1960, Bucureşti.

[7] Dimitriu V. E.: *Folosirea iernii medii convenţionale la proiectarea termică a clădirilor.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 5, 1965, Bucureşti.

[8] Dimitriu V. E.: *Verificarea comportării la difuzia vaporilor a elementelor exterioare de construcţii.* Standardizarea, nr. 4, 1963, Bucureşti.

[9] Dimitriu V. E.: *Îndrumător pentru izolarea şi încercarea termică în construcţii.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1958.

[10] Eichler F.: *Căldura şi vaporii de apă în clădiri.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1955.

[11] Eichler F.: *Das Konstruktive Flachdach,* VEB Verlag, Berlin, 1960.

[12] Egner K.: *Feuchtigkeitsdurchgang und Wasserdampfkondensation in Bauten,* Fortschr. Forsch. Bauw. Reihe C, H 1, 1950.

[13] Fick A.: *Über Diffusion.* J.G. Poggendorff Annalen der Physik und Chemie, Leipzig, Band 94/855.

[14] Fokin F.: *Termotehnica elementelor exterioare de construcţii.* Moscova. Gosstroiizdat, 1954.

[15] Gabos Z.: *Termodinamica fenomenologică,* Editura Academiei R.P. Române, Bucureşti, 1959.

[16] Georgescu St., Dimitriu V. E., Bocancea Al.: *Izolarea termică a clădirilor,* Bucureşti, Editura tehnică, 1958.

[17] Glaser H.: *Vereinfachte Berechnung der Dampfdiffussion durch geschichtate Wände bei Ausscheidung von Wasser und Eis.* Kältetechnik, Band 10, 1958.

[18] Glaser H.: *Graphisches Verfahren zur Untersuchung von Difussionsvorgängen,* Kältetechnik, Band 11, 1959.

[19] Guminski K.: *Termodinamica proceselor ireversibile* (traducere din l. polonă). Ed. Academiei R.P.R., Bucureşti, 1964.

[20] Lîcov A. V., Mihailov I. A.: *Teoria teplo i massoperenosa,* Gosenergizdat, Leningrad—Moscova, 1963.

Relativ la unele fenomene de condens şi eflorescenţă la clădiri de locuit

Prof. dr. ing. **VIRGIL FOCŞA**, asist. ing. **ION GAVRILAŞ**, asist. ing. **FLORIN POTERAŞU**

Institutul politehnic Iaşi

1. Introducere

În cadrul unor studii privind comportarea termică a clădirilor de locuit realizate în ultimii ani în zona a III-a climatică şi, în unele cazuri, şi în zona a II-a climatică, s-au constatat, încă de la începutul perioadei de exploatare, fenomene de condens şi eflorescenţă (fig. 1) pe suprafeţele interioare ale pereţilor exteriori, avînd o extindere incompatibilă cu condiţiile normale de folosinţă.

Fenomenele se caracterizează prin pete de condens şi umezeală, mucegai şi zone acoperite cu eflorescenţe datorită sărurilor solubile transportate din structura pereţilor.

Zonele de condens şi mucegai au apărut în special în dreptul buiandrugilor, centurilor, stîlpişorilor şi, în general, acolo unde se manifestă efectul de punte termică datorită transmisiei plane a căldurii. Aceleaşi fenomene se observă la glafurile ferestrelor şi colţurile clădirilor, în mod deosebit la apartamentele ultimului etaj şi la cele orientate spre nord.

Zonele de eflorescenţă se constată aproape exclusiv la pereţii orientaţi spre nord, cantitatea de săruri transportată prin migraţia vaporilor de apă de la exterior la interior prezentînd intensitatea maximă pe suprafeţele încălzite, unde uscarea activează dezvoltarea acestui proces.

Fenomenele de condens se produc din cauza atingerii valorilor de saturaţie a presiunii vaporilor de apă ($e \cong E$), în punctele cu temperaturi la valoarea de rouă ($t_n \cong t_r$), la suprafaţa şi în interiorul elementelor de construcţie şi în special în zona punţilor termice şi a colţurilor, unde variaţia temperaturii este determinată de transmisia plană a căldurii, conform ecuaţiei :

$$\lambda \cdot \frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \lambda \cdot \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} = 0. \qquad (1)$$

Eflorescenţele se datoresc prezenţei sărurilor solubile (sulfaţi de sodiu, potasiu şi magneziu), conţinute de materialele de construcţie, în special de către cărămizile ceramice arse la temperaturi mai mici de 900°C, de blocurile de beton cu agregate ceramice, de nisipul folosit la mortare şi tencuieli, precum şi de piatra de ciment.

Intensitatea fenomenului de eflorescenţă mai depinde de cantitatea de apă provenită din procesele umede de construcţie, de volumul intemperiilor pe elementele exterioare de construcţie, de cantitatea de vapori de apă din condens, de viteza de migrare şi de evaporare

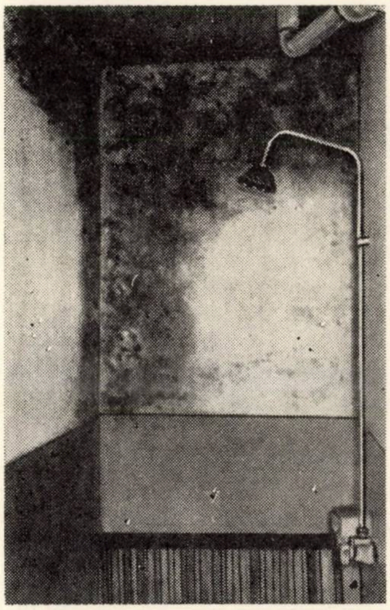


Fig. 1 – Fenomene de condens, mucegai şi eflorescenţe la pereţii încăperilor orientate spre nord.

a apei, de fenomene complexe, influenţate de natura materialelor folosite, de caracteristicile termice şi de umiditate, de masa pereţilor şi de condiţiile de climat interior şi exterior.

2. Caracteristicile higrotermice de calcul ale pereților exteriori

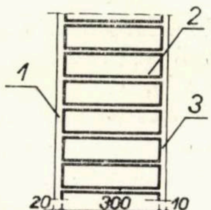
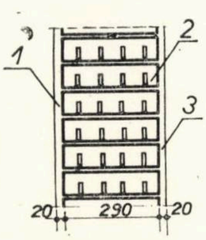
Pentru stabilirea cauzelor care determină comportarea și confortul termic al clădirilor de locuit s-au verificat prin calcul caracteristicile higrotermice principale ale pereților exteriori realizați din zidărie ceramică eficientă și din blocuri de beton cu agregate ceramice, utilizate la aceste construcții.

Rezultatele obținute prin calculul privind rezistența la transmisia căldurii R_{oef}, coeficientul de amortizare termică ν, indicele de defazaj al oscilațiilor termice η și diferența de temperatură între aerul interior și suprafața interioară a peretelui exterior, $\Delta\tau_i$, se prezintă, comparativ cu caracteristicile normate conform STAS 6472/68, în tabela 1.

La pereții fațadelor însorite, condițiile din timpul verii favorizează uscarea, cu un debit de P'_w = 4,85 g/m².h, ceea ce poate asigura, în principiu, eliminarea vaporilor de apă pînă la începutul unui nou ciclu de acumulare a apei în perioada rece. Această situație a fost practic constatată diferențiat în raport cu orientarea încăperilor față de punctele cardinale, neputîndu-se generaliza și la încăperile orientate spre nord sau la încăperile ultimului etaj.

Acumularea vaporilor de apă în zona tencuielii exterioare, aflată la temperaturi negative, poate avea drept consecință degradări ale finisajelor exterioare prin îngheț-dezgheț, fenomen ce s-a constatat de altfel și la blocurile de locuințe studiate. Astfel, tencuiala fațadelor

Caracteristicile higrotermice ale unor pereți exteriori *Tabela 1*

Structura pereților exteriori		Caracteristici termofizice ale materialelor				Caracteristicile higrotermice ale structurilor							
						de calcul				normate pentru zona III climatică			
		ρ kg/m³	λ w/m·°C	s w/m²·°C	μ g/m.h.mm Hg	R_{ef} (m²·°C/w)	ν	η (ore)	$\Delta\tau_i$ (°C)	R_{onec} (m²·°C/w)	ν	η (ore)	$\Delta\tau_i$ (°C)
	1 — Tencuială exterioară cu mortar de var-ciment	1700	0,87	9,45	0,013	0,70	19,2	9,8	6,75	0,81	20	10	6
	2 — Zidărie de cărămidă eficientă cu 30% găuri	1200	0,58	7,01	0,019								
	3 — Tencuială interioară din mortar de var-ciment	1700	0,87	9,45	0,013								
	1 — Tencuială exterioară cu mortar de ciment	1800	0,92	10,03	0,012	0,56	8	7,0	8,2	0,85	20	10	6
	2 — Blocuri de beton cu agregate ceramice cu 20% goluri	1020	0,74	6,89	—								
	3 — Tencuială interioară din mortar de ciment	1800	0,92	10,03	0,012								

Se observă că la ambele tipuri de pereți exteriori, caracteristicile higrotermice de calcul prezintă valori inferioare celor normate, ceea ce explică, în parte, comportarea lor necorespunzătoare în regim de iarnă.

Calculul higrotermic, pentru condiții de iarnă și de vară, la pereții exteriori din zidărie eficientă, prezentat în fig. 2, relevă posibilitatea apariției unei zone interioare de condens la limita dintre straturile de zidărie și tencuiala exterioară în perioada rece, cantitatea unitară de condens P_w care se poate acumula fiind dată de expresia cunoscută (2), conform STAS 6472 — 68 :

$$P_w = \frac{p_i - p_s}{R'_v} - \frac{p_s - p_e}{R''_v} = 0{,}144\ [\text{g/m}^2.\text{h}]. \quad (2)$$

de nord ale acestor clădiri se caracterizează printr-o rețea de fisuri dese, care favorizează accesul direct și capilar al apei de ploaie în interiorul pereților, pe toată durata anului.

Analizele teoretice privind comportarea higrotermică a clădirilor nu reflectă în mod corespunzător realitatea, deoarece se neglijează faptul că pentru asigurarea unei exploatări corespunzătoare nu este suficientă condiția ca peretele să se poată usca în perioada caldă, fiind necesar a se lua în considerare prezența punților la centuri și colțuri, orientarea față de punctele cardinale, influența terasei la ultimul etaj și, în general, condițiile regimului termic variabil, modul de exploatare și sistemul de aerisire prevăzut.

Elementul cel mai important în această comportare îl prezintă diminuarea rezistenței la transmisia căldurii datorită punților termice și efectul umidității acumulate în pereți în mod diferit, după anotimp, orientarea cardinală a încăperilor, etajul la care este amplasat apartamentul respectiv.

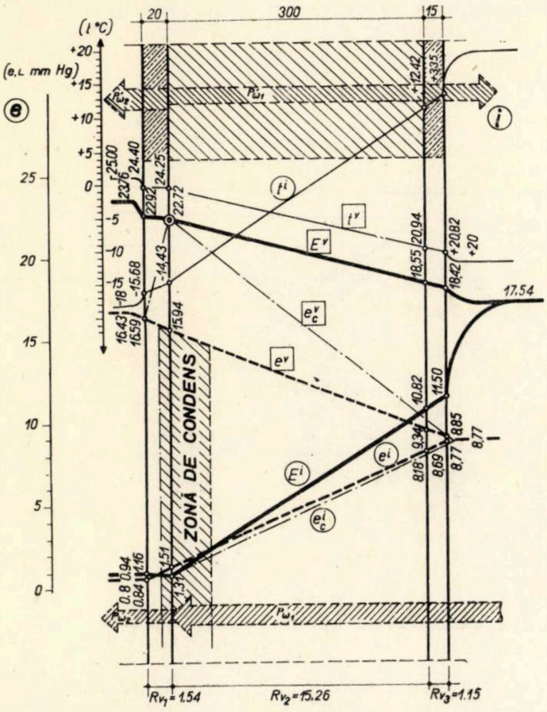


Fig. 2 — Determinarea zonei de condens în peretele exterior din zidărie eficientă de 30 cm grosime, conform STAS 6472/68.

Din cele de mai sus rezultă că, luînd în considerație ipotezele curente referitoare la caracteristicile termofizice de calcul, care presupun că umiditatea nu depășește valorile de higroscopicitate, pereții de 30 cm din cărămidă ceramică eficientă cu 30% goluri, respectiv din zidărie din blocuri de beton cu agregate ceramice cu 20% goluri, nu satisfac cerințele minime pentru pereții exteriori ai clădirilor de locuit din zona a III-a climatică și, în unele cazuri, și pentru zona a II-a climatică.

3. Comportarea generală higrotermică a unor blocuri de locuit

Clădirile de locuit în exploatare, la care se referă articolul de față, au fost cercetate periodic, în intervalul noiembrie 1969 — aprilie 1970, urmărindu-se: variația temperaturilor și umidităților relative ale aerului interior și exterior și evoluția fenomenelor de condens, eflorescență și mucegai.

Variația temperaturii la un apartament de colț, pentru o perioadă de 24 ore, la o clădire de locuit cu pereți exteriori din blocuri de beton cu agregate ceramice este prezentată în fig. 3.

Din măsurătorile experimentale rezultă că temperatura suprafețelor interioare ale pereților exteriori prezintă valoarea minimă de +9,6°C, apropiată de valoarea temperaturii de rouă (t_r = 9,22°C) pentru umiditatea relativă a aerului interior de 50% și temperatura de +20°C, fiind create premisele pentru producerea condensului pe suprafețele interioare ale pereților exteriori, cu precădere în zona centurilor de beton armat și a colțurilor, în special în cazul unor umidități de exploatare mai mari de 50%.

Temperaturile și umiditatea relativă a aerului exterior prezintă în ambele cazuri valori superioare celor considerate în calcul pentru zona a III-a climatică a țării.

Instalația de încălzire centrală a asigurat, în perioada de studiu, temperaturi ale aerului interior în jurul valorilor de 20...22°C.

Starea de umiditate și zonele de mucegai și eflorescențe au crescut în această perioadă cu toate măsurile luate pentru încălzirea și ventilarea încăperilor.

În ce privește condițiile de execuție, este de reținut faptul că vara anului 1968, în care s-au executat blocurile de locuințe în studiu, s-a caracterizat prin ploi intense și temperaturi relativ scăzute, ceea ce a determinat creșterea umidității inițiale a pereților. Ploile abundente și temperaturile ulterioare execuției au împiedicat uscarea pereților și au determinat menținerea unor umidități ridicate ale materialelor, în special la fațadele neînsorite, orientate spre nord. Astfel, la încăperile cu pereții spre nord se constată fenomene intense de condens și mucegai în condiții de iarnă, peste care s-au suprapus, în condiții de vară, fenomene de eflorescență. Este de reținut importanța umidității inițiale de construcție și a condițiilor de exploatare.

4. Cauzele fenomenelor de condens și eflorescență

Calculele teoretice și măsurătorile efectuate au reliefat că fenomenul de condens, constatat la blocurile de locuințe cu pereți exteriori din zidărie ceramică eficientă și din blocuri de beton cu agregate ceramice, se datorește, în principal, următoarelor cauze:

— rezistența termică redusă în raport cu cerințele STAS 6472—68 pentru zona a III-a climatică, după cum reiese din tab. 1;

— regimul de ploi și condițiile de microclimat corespunzătoare amplasamentului clădirii;

— masa redusă a pereților, insuficientă pentru a putea amortiza umiditatea interioară și exterioară ce acționează asupra pereților;

— condițiile de însorire a pereților orientați spre nord, care determină o eliminare redusă spre exterior a vaporilor de apă;

— prezența punților termice la colțuri, centuri, buiandrugi și stîlpișori din beton armat;

— modul de exploatare a apartamentelor, determinat de sursele de umiditate, procesele umede, aerisirea naturală;

—lipsa unor bariere de vapori la pereții exteriori ai încăperilor cu procese umede.

Fenomenele de eflorescență se datoresc sărurilor solubile de sodiu, magneziu și potasiu depuse la suprafața elementelor de construcție în urma evaporării apei ce migrează la fațadele nord, în condiții de iarnă și de vară, de la exterior spre interior, și influențate local de gradientul termic al corpurilor de încălzire.

Încercările efectuate în laboratorul Catedrei de construcții au permis stabilirea faptului că sărurile ce acoperă petele de eflorescență, la blocurile de locuințe studiate, provin în special din cărămizi și din blocurile de beton cu agregate ceramice, fiind determinate, de asemenea, de componența mortarelor și de reacțiile chimice între mortar și piatra de zidărie.

Apa inițială de construcție, apa de condens și din intemperii transportă sărurile spre suprafața interioară și exterioară a pereților.

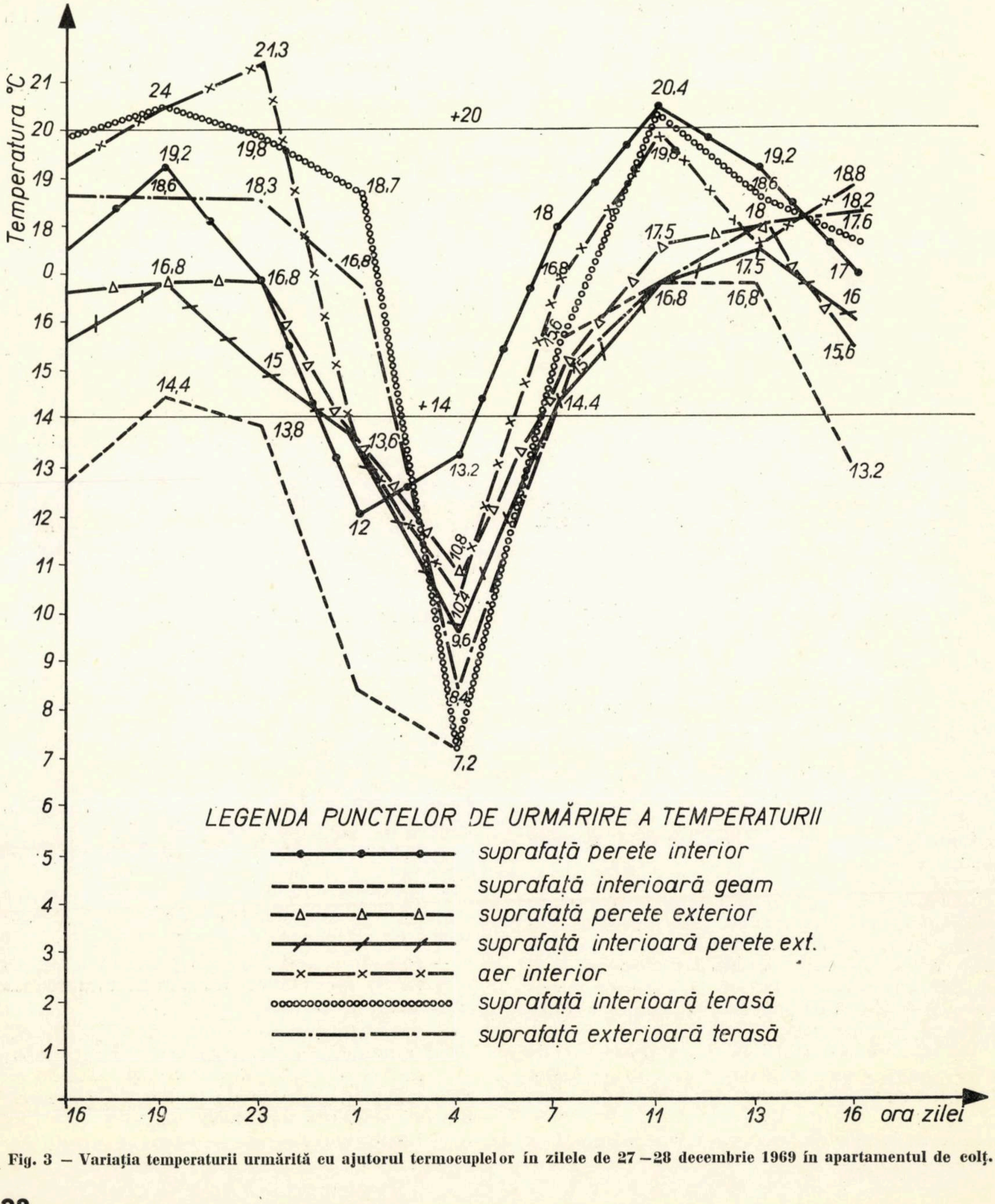


Fig. 3 – Variația temperaturii urmărită cu ajutorul termocuplelor în zilele de 27–28 decembrie 1969 în apartamentul de colț.

Faptul că eflorescențele sînt localizate în special pe suprafețele interioare ale pereților se explică astfel:

— evaporarea apei este mai intensă la partea interioară a pereților exteriori din cauza temperaturii mai ridicate din încăperi în condiții de iarnă;

— apa din ploi dizolvă sărurile ce se depun la suprafața exterioară a pereților însoriți și le îndepărtează prin spălare;

— o mare parte din săruri sînt antrenate de apa care pătrunde în pereți, fiind transportate în anumite condiții și spre suprafața interioară a pereților exteriori, fenomen ce se constată în special la orientarea nord;

— masa redusă a pereților din zidărie de cărămidă cu găuri verticale sau din blocuri de beton cu agregate ceramice, de 30 cm grosime, nu asigură o amortizare corespunzătoare a umidității higroscopice și, în special, a apei rezultate din acțiunea directă a ploilor la fațada nord.

5. Măsuri constructive și recomandări

Analiza fenomenelor de condens și eflorescență constatate la blocurile de locuințe cu structura din zidărie ceramică eficientă și din blocuri de beton cu agregate ceramice de 30 cm grosime, amplasate în zona a III-a climatică, ne permite a preciza măsurile necesare pentru îmbunătățirea comportării pereților exteriori:

a — Sporirea capacității de izolare termică a pereților exteriori, pentru a satisface cel puțin valorile minime standard, $R_{onec} = 0{,}81$ m².°C/W, pentru zidăria eficientă, respectiv 0,85 m². °C/W pentru zidăria din blocuri cu agregate ceramice.

b — Eliminarea punților termice la centuri, buiandrugi, stîlpișori și colțuri, printr-o izolare termică suplimentară cu vată minerală, polistiren expandat, conform detaliilor din fig. 4.

Grosimea stratului de izolație termică suplimentară, la punțile termice ca și la colțuri, rezultă din relația (3):

$$d_{iz} = \lambda_{iz}\left[-\frac{1}{k_{max}} + \frac{(t_i - t_e)\cdot m}{t_i - \tau_{imax}}\cdot\frac{1}{\alpha_i}\right], \qquad (3)$$

în care:

— k_{max} este coeficientul maxim de transmisie a căldurii în zona punții termice, determinat pe baza temperaturii minime τ_{imin}, obținută prin metoda cîmpurilor, în W/m²°C;

— τ_{imax} — temperatura maximă pe suprafața interioară a pereților în secțiunea exterioară zonei de influență a punții termice, în °C;

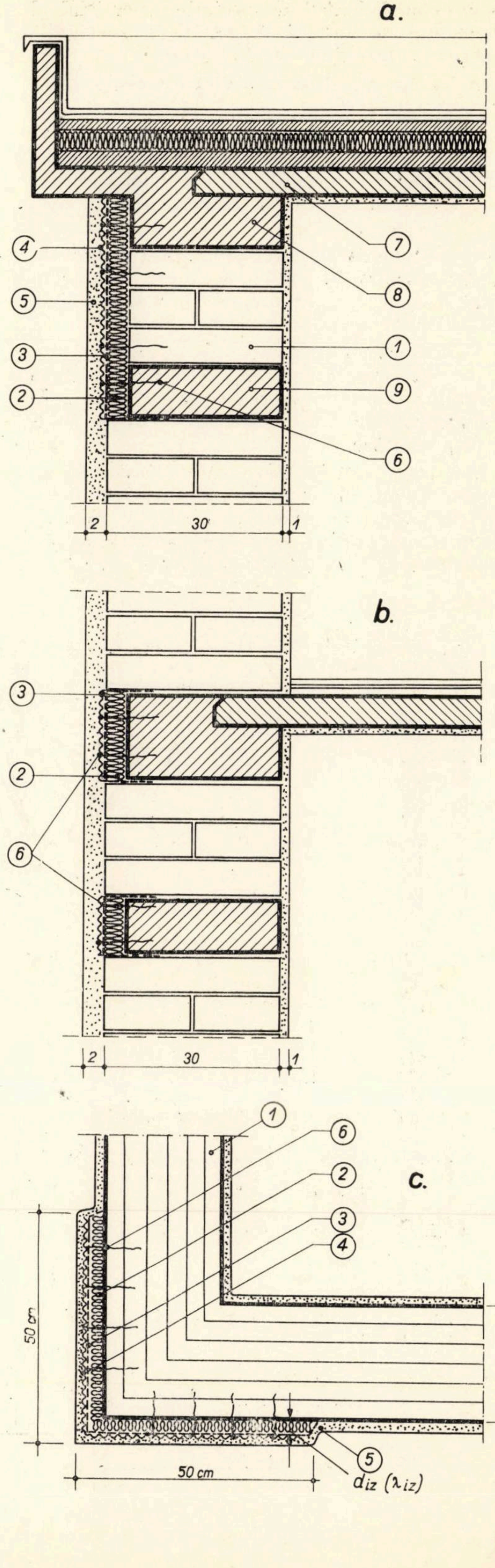


Fig. 4 — Izolarea termică a centurilor de beton armat: *a.* **centura ultimului etaj;** *b.* **centură curentă;** *c,* **protecția termică a colțurilor pereților exteriori; 1. zidărie de cărămidă; 2. termoizolație; 3. carton asfaltat; 4. plasă rabiț; 5. tencuială 2 cm; 6. mustăți pentru ancorare; 7. planșeu beton armat prefabricat; 8. centură beton armat; 9. buiandrug b.a.**

— α_i — coeficientul de schimb superficial al căldurii care se ia 8,14 W/m². °C în secțiunile curente și 5,82 W/m².°C la colțuri;

— m, coeficientul de masivitate termică.

Cîmpul termic determinat, prin analogie electrică, la colțul peretelui de 30 cm grosime din zidărie de cărămizi cu 30% volum de găuri verticale (fig. 5) în condițiile corecției termice, indică valoarea minimă a temperaturii de colț, $\tau_{ic} = 10°C > \tau_r$.

c — Asigurarea unei protecții hidrofuge corespunzătoare a fațadelor de nord împotriva migrației apei din intemperii spre suprafețele interioare ale pereților exteriori.

d — Micșorarea conținutului de săruri solubile din materialele de construcție prin arderea cărămizilor la temperaturi de peste 900°C, spălarea agregatelor și îndepărtarea sărurilor solubile din mortare.

e — Măsuri constructive diferențiate în ce privește structura peretelui și finisajele exterioare în raport cu orientarea clădirii față de punctele cardinale și rezolvare specială pentru centurile încăperilor ultimului etaj.

La clădirile noi se impune ca pereții orientați spre nord să prezinte o rezistență termică cel puțin echivalentă peretelui din zidărie obișnuită, de 37,5 cm grosime, printr-o izolare termică suplimentară în raport cu pereții cu altă orientare cardinală.

Avînd în vedere acțiunea mai intensă a ploilor asupra fațadelor de nord, se recomandă adoptarea unor finisaje cu grad ridicat de impermeabilitate la apă, ca de exemplu tencuieli cu adaosuri impermeabilizatoare, placaje ceramice etc.

Protecția fațadelor cu noi structuri de pereți necesită în jurul ferestrelor, ușilor și în dreptul elementelor decorative, care favorizează staționarea apei și infiltrarea ei în zidărie, măsuri constructive diferențiate în raport cu structurile tradiționale. În faza de execuție trebuie acordată atenție sporită respectării detaliilor de proiect pentru șorțuri, copertine și etanșării rosturilor între tîmplărie și pereți.

Pentru clădirile aflate în exploatare, măsurile ce se recomandă în cadrul lucrărilor de întreținere sînt legate de corectarea punților termice prin aplicarea unor straturi termoizolante,

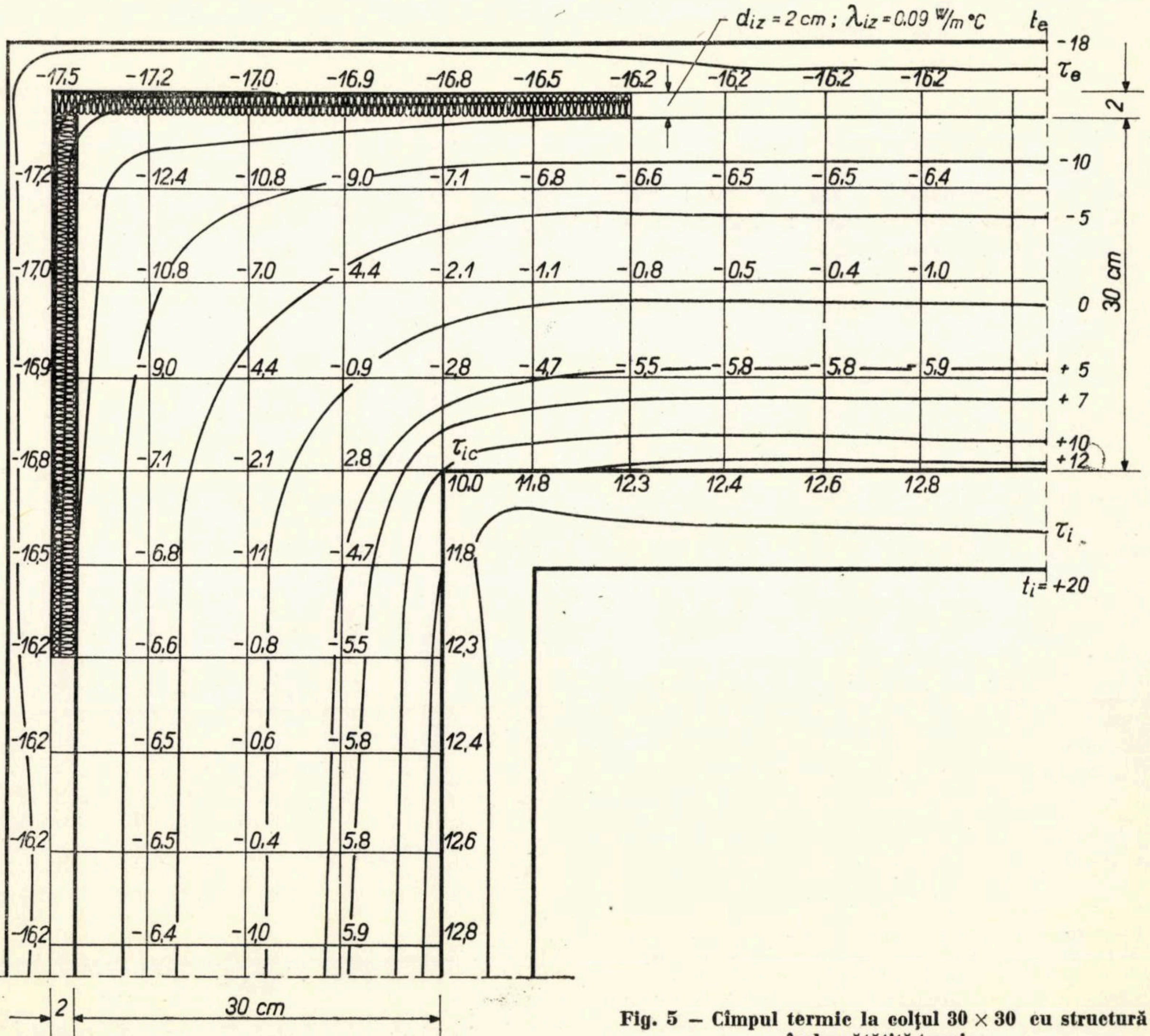


Fig. 5 — Cîmpul termic la colțul 30 × 30 cu structură îmbunătățită termic.

STABILIREA EXPERIMENTALĂ A DIAGRAMELOR DE ETALONARE ALE INSTALAȚIILOR DE PRECOMPRIMARE

Ing. VASILE DASCĂLU, ing. ALEXANDRU DRĂGHICI
Intreprinderea 4 construcții-montaj Iași

1. INTRODUCERE

Pentru stabilirea programului de precomprimare [1], respectiv a presiunii de control, a presiunii maxime de tragere pentru un anumit tip de fascicul i, se utilizează expresiile:

$$P_{ki} = \frac{F_{ki}}{S_p}\left(1 + \frac{f_p}{100}\right)$$
$$P_{i\,max} = \frac{0{,}8\,R_p^n \cdot A_p}{S_p}\left(1 + \frac{f_p}{100}\right) \qquad (1)$$

unde:

P_{ki} = presiunea de control (blocare);
F_{ki} = forța de control în fascicul;
S_p = suprafața pistonului presei;
f_p = coeficientul de frecare în presă;
R_p^n = rezistența normală a sîrmelor SBP.

Valorilor F_{ki} și P_{ki} li se aplică corecții sau nu, funcție de diferențele dintre valorile pierderilor de tensiune datorite frecărilor pe traseu, determinate experimental, $\Delta\sigma_{fi}^{exp}$ și cele stabilite prin calcule de proiectare, $\Delta\sigma_{fi}^{pr}$,

$$\Delta\sigma_{fic} = \Delta\sigma_{fi}^{exp} - \Delta\sigma_{fi}^{pr},$$

unde:

$\sigma\Delta_{fic}$ = corecția efortului de control proiectat la un fascicul oarecare i.

Determinarea valorii coeficientului de frecare în prese (f_p) se face pe cale experimentală. În acest scop sînt recomandate și se utilizează două procedee:

— folosind dinamometre pentru măsurarea directă a forței dezvoltate de presă;

— utilizînd montarea a două prese identice cap la cap și măsurînd diferența de presiune la manometre cînd una din prese este activă, iar a doua pasivă (însăși presa hidraulică de precomprimare se utilizează ca dinamometru) [2].

Ultimul procedeu este cel mai răspîndit, fiind folosit pe majoritatea șantierelor.

Întrucît efortul din armătură se măsoară cu ajutorul presiunii citite la manometrul care se află în legătură cu cilindrul presei, este necesar să se cunoască forța reală, dezvoltată de instalația de precomprimare folosită, la fiecare treaptă de presiune

$$F_{xi} = \frac{P_{xi} \cdot S_p}{1 + \frac{f_p(x)}{100}}, \qquad (2)$$

unde:

F_{xi} = forța dezvoltată de presă la o valoare x a presiunii P_{xi} în fasciculul i;
$f_p(x)$ = valoarea coeficientului de frecare în presă la presiunea P_{xi}.

Cu ajutorul expresiei (2) se calculează forțele din fascicul la fiecare treaptă de presiune stabilită prin programul de precomprimare.

---

continuare din pag. 30

protejate prin tencuire pe rabiț și carton, în dreptul centurilor și colțurilor, protejarea fațadelor de nord prin chituirea fisurilor din finisajele exterioare și acoperirea generală cu un strat de tencuială cu adaosuri impermeabilizatoare. La încăperile cu umiditate ridicată, pe lîngă asigurarea unei ventilări active, se impune tratarea pereților cu vopsitorii de ulei sau alte bariere de vapori.

6. Concluzii

Cercetarea fenomenelor de condens și eflorescență reliefează cauzele comportării necorespunzătoare a unor clădiri de locuit cu pereți exteriori din cărămidă eficientă de 30 cm grosime sau din blocuri de beton cu agregate ceramice de 30 cm, în condițiile climatice din zona a III-a climatică.

Adoptarea unor soluții constructive la pereți, diferențiate pentru ultimul etaj în raport cu etajele inferioare și diferite pentru fațadele nord în raport cu celelalte fațade, se impune ca un nou criteriu în proiectarea higrotermică a clădirilor.

Corectarea termică, prin izolarea suplimentară a punților termice la centuri, stîlpi, colțuri în zona ferestrelor este deosebit de utilă în legătură cu micșorarea riscului de condens și reducerea fenomenelor de mucegai și eflorescență și duce, în general. la economii de combustibil, energie și metal, legate de încălzirea locuințelor.

Cu valorile astfel obţinute, şi în special cu mărimea forţei dezvoltate de presă la presiunea de control, se stabileşte valoarea alungirii de control a armăturii (Δl_{ki}).

Atît din expresiile (1), cît şi (2) se observă influenţa cu care intervin frecările inevitabile care se produc în instalaţia de precomprimare.

Mărimea acestor frecări depinde de tipul presei, de modul de utilizare, de starea tehnică, de calitatea execuţiei.

În recomandările şi normele din RSR, în special, precum şi în cele din străinătate, se prevede, în general, ca valoarea coeficientului de frecare (f_p) să se determine corespunzător presiunii de control (P_{ki}) şi nu la diverse trepte de presiune.

Pentru coeficientul de frecare din expresia (2) se foloseşte astfel o valoare constantă :

$$f_p(x) = f_p = f_{pk},$$

ceea ce duce la a se admite o variaţie uniformă a frecărilor interioare în instalaţia de precomprimare.

Prin unele studii anterioare [3] s-a arătat că mărimea pierderilor de presiune la presele de 60 tf de tip Freyssinet variază între 15%, la presiunea de 30 at şi cca 5% la presiunea de 200 at.

În lucrarea de faţă se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale efectuate ulterior, referitor la următoarele aspecte :

— cum variază frecările interioare în instalaţiile de precomprimare, în raport cu presiunea măsurată în cilindrul presei ;

— dacă metoda de determinare poate influnţa rezultatele măsurătorilor.

2. METODELE EXPERIMENTALE UTILIZATE PENTRU STABILIREA COEFICIENTULUI DE FRECARE ÎN PRESĂ (f_p).

S-au folosit în paralel două procedee :

— una din prese ca dinamometru hidraulic, măsurîndu-se diferenţele de presiune dintre presa activă şi cea pasivă ;

— o instalaţie de încercare universală (presa ZD 100 tf).

Măsurătorile au fost făcute în următoarele situaţii :

— o dată cu creşterea treptată a presiunii ;

— la creşterea presiunii în cursă activă şi în cursă pasivă a pistonului ;

— prese cuplate cap la cap.

3. REZULTATELE OBŢINUTE

La presele de 60 tf, de fabricaţie BAC—INCERC, în general, coeficienţii de frecare ($f_p^{(x)}$) variază între 14% şi 3% la presiuni între 30 şi 360 at, însă la unele prese s-au obţinut şi coeficienţi de frecare de 19% la 30 at.

Cu instalaţia de precomprimare BP 120 tf s-a efectuat un program complex de determinări experimentale privind variaţia coeficientului de frecare interioară, precum şi influenţa metodei utilizate asupra valorilor obţinute.

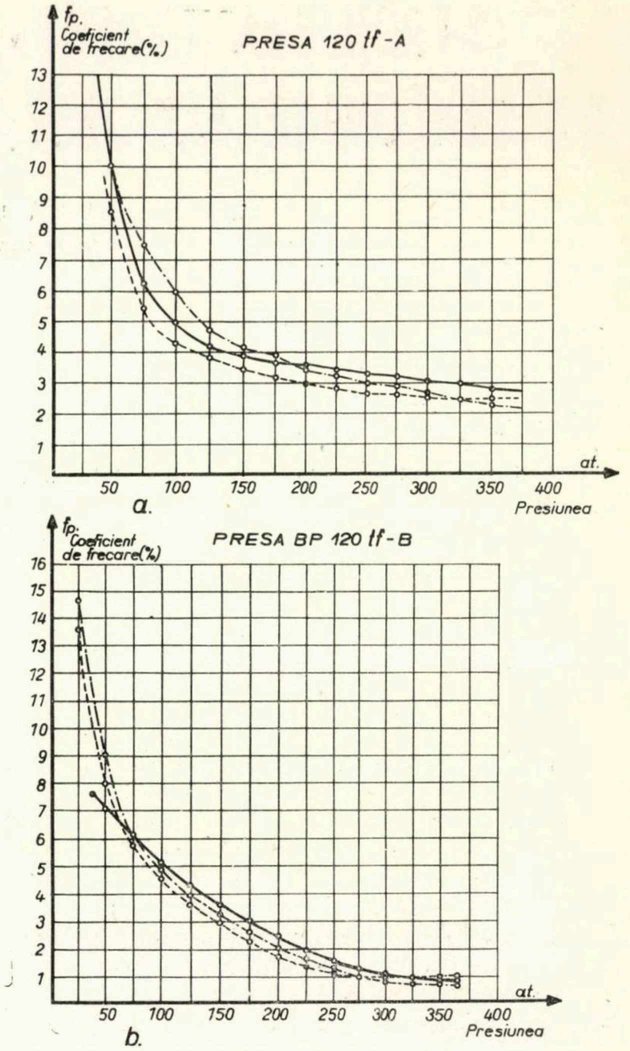


Fig. 1 — Variaţia coeficientului de frecare în instalaţia BP 120 tf, cu presa activă : a) la presa A ; b) la presa B.

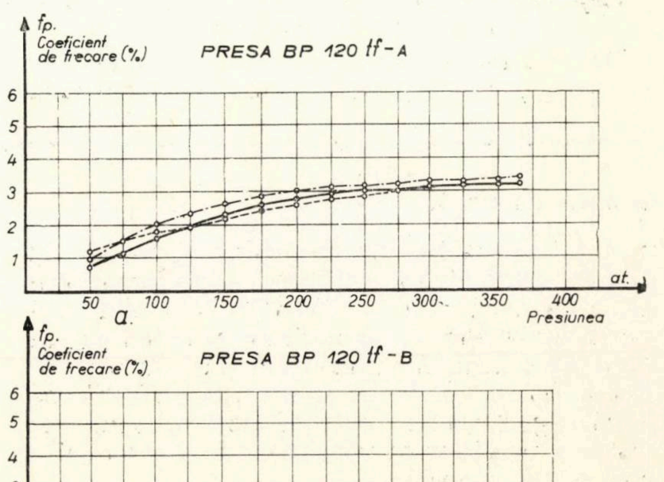


Fig. 2 — Variaţia coeficientului de frecare în instalaţia BP 120 tf, cu presa pasivă: a) la presa A ; b) la presa B.

Stabilind coeficientul de frecare interioară cu ajutorul instalației de încercare universală ZD 100 tf, prin folosirea activă a presei de precomprimare se obțin curbele de variație din fig. 1, unde sînt prezentate rezultatele medii a trei serii a cîte cinci determinări.

În fig. 2 sînt prezentate rezultatele obținute cînd cele două prese A și B funcționează ca pasive.

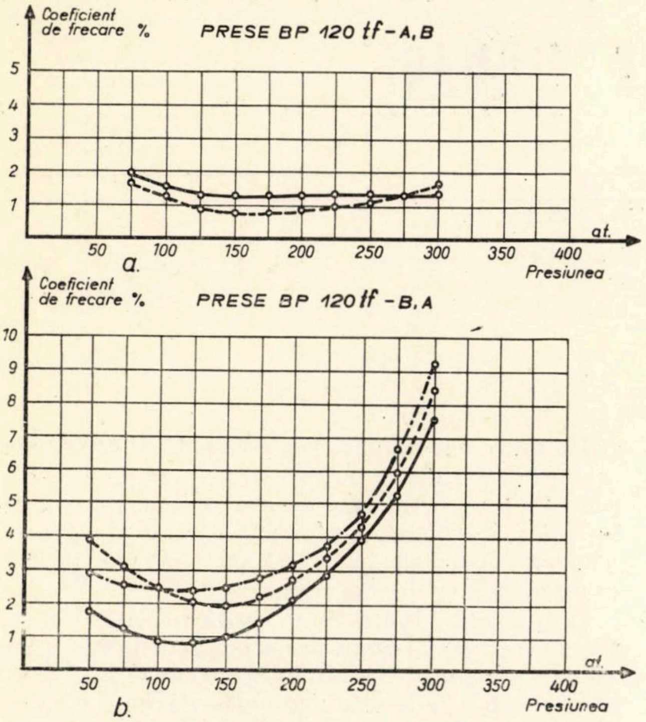


Fig. 3 — Valori eronate ale variației coeficientului de frecare în instalația BP 120 tf cu una din prese utilizată ca dinamometru (două prese cap la cap) : a) presa A activă și B pasivă b) presa B activă și A pasivă

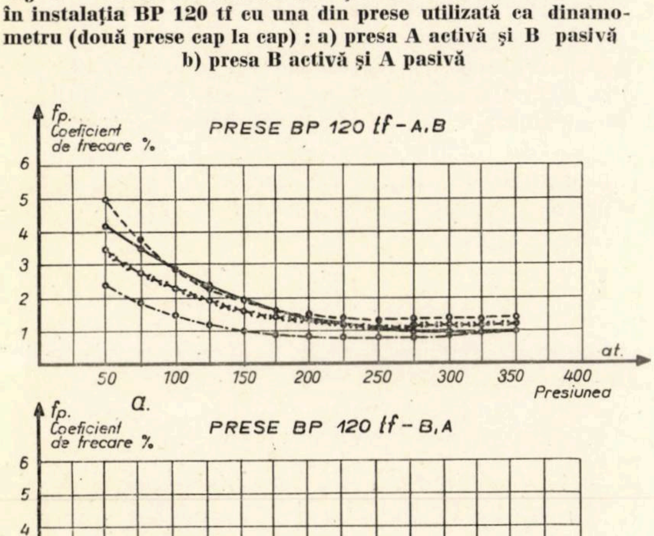


Fig. 4 — Variația coeficientului de frecare în instalația BP 120 tf cu una din prese utilizată ca dinamometru (două prese cap la cap) : a) presa A activă și B pasivă ; b) presa B activă și A pasivă

Cînd se folosește procedeul preselor cuplate cap la cap (fig. 3), se impun o serie de măsuri pentru a se preveni înregistrarea de valori eronate.

La presele cu gol central de tipul BP 120 tf, unde, pentru ordonarea sîrmelor SBP dispuse pe mai multe rînduri se utilizează rozetele și conurile de inventar, pot exista situații frecvente în care sîrmele să producă diferențe de presiune între presa activă și cea pasivă, din frecarea lor cu aceste piese de ghidare (fig. 3).

Există posibilitatea ca astfel de situații să intervină și în timpul precomprimării propriuzise și, în special, la determinarea experimentală a pierderilor de tensiune din frecări pe traseu.

Din aceste considerente ar fi necesar ca producătorul instalațiilor de precomprimare să determine randamentul preselor fabricate, respectiv diagramele de variație ale coeficientului interior de frecare. Aceste diagrame, însoțind utilajele livrate, ar permite celui care le utilizează să cunoască aspectul curbelor de variație și să aprecieze dacă propriile determinări sînt corecte.

În figura 4 sînt prezentate diagramele de etalonare ale acelorași prese A și B, după reașezarea dispozitivelor de ordonare a fasciculului.

4. CONCLUZII

Rezultatele obținute la determinarea experimentală a coeficientului de frecare interioară în instalațiile de tensionare permit următoarele constatări :

— coeficientul de frecare în prese prezintă valori care variază invers proporțional cu creșterea presiunii în instalația de precomprimare;

— pierderile de efort datorite frecărilor în prese sînt diferite la cursa activă a pistonului (fig. 1) de cele care au loc cînd presa este pasivă (fig. 2). Acest rezultat pune în discuție procedeul de determinare experimentală folosind două prese cuplate cap la cap, una activă și alta pasivă;

— la determinarea coeficienților de frecare în prese prin cuplarea a două prese, în special a celor de tipul BP 120 tf, este necesară verificarea grafică a variației frecărilor cu presiunea, la fiecare determinare, pentru a se elimina erorile de experimentare (fig. 3);

— în toate situațiile se recomandă ca coeficienții de frecare din prese să se determine la fiecare treaptă de presiune și să se verifice grafic prin construirea diagramelor de etalonare (fig. 4).

BIBLIOGRAFIE

[1] DASCĂLU V. : *Aspecte privind stabilirea și controlul programului de tensionare a fasciculelor postîntinse cu trasee rectilinii și curbilinii la elemente prefabricate sau preturnate de beton precomprimat.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 11/1969.

[2] *** *Normativ pentru execuția și recepționarea lucrărilor de beton precomprimat.* Redactarea I îmbunătățită, 1969.

[3] DASCĂLU V. : *Considerații privind stabilirea efortului de control în armătura postîntinsă.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 7/1968.

DETERMINAREA AMESTECULUI DE AGREGATE LA PREPARAREA BETOANELOR PE BAZA CURBELOR DE ECHICOMPACTITATE A SISTEMELOR TERNARE*

Conf. dr. ing. N.I. VOINA
Institutul de construcţii Bucureşti

1. PREMISELE TEORETICE ALE STUDIULUI

În conformitate cu legea lui Féret rezistenţa la compresiune (R_c) a pietrei de ciment depinde de compactitatea sa (K) după expresia :

$$R_c = \alpha K^2 \qquad (1)$$

(α — factor de proporţionalitate).

Acceptînd cu unele rezerve această concepţie şi dezvoltînd-o pentru beton se poate scrie :

$$R_b = \alpha K^2 = \alpha \left[\frac{V_s}{V_a}\right]^2 \qquad (2)$$

în care :

V_s — volumul fazei solide din beton format din volumul pietrei de ciment (V_c) şi volumul agregatelor (V_{ag}) ;

V_a — volumul aparent al betonului egal cu suma volumelor componenţilor, inclusiv volumul polilor (V_p).

Ţinînd seama de valorile V_s şi V_a, formula (2) devine prin substituire :

$$R_b = \alpha \left[\frac{V_c + V_{ag}}{\beta\,(V_c + V_{ag} + V_A) + V_p}\right]^2 \qquad (3)$$

în care β este un factor de tasare a componenţilor betonului egal cu 0,70—0,75.

Întrucît rezultă că rezistenţa este direct proporţională cu pătratul compactităţii betonului, pentru a asigura o compactitate maximă în condiţii eficiente — la dozaj minim de ciment — este necesar ca agregatele să posede un volum minim de goluri, deci, implicit, o compactitate maximă.

În practică, asigurarea respectării principiului compactităţii maxime a amestecului de agregate se face prin sortarea şi recombinarea diferitelor fracţiuni conform curbelor de granulozitate prescrise prin STAS 1667/70 pentru diverse mărci de betoane.

În prezenta lucrare se caută să se demonstreze teoretic şi experimental că actualele curbe de granulozitate nu sînt decît cazuri mai mult sau mai puţin particulare ale unor largi posibilităţi de amestecare a mai multor sorturi de agregate considerate ca fundamentale pentru performanţele de calitate ale betonului. Pentru a rezolva această problemă s-a recurs la înscrierea într-un sistem ternar a tuturor combinaţiilor posibile de două, respectiv trei fracţiuni, care prin reamestecare generează acelaşi volum de goluri. Volumul de goluri (V_{gol}) fiind o mărime complementară compactităţii (k), conform relaţiei :

$$k + V_{gol} = 1 \text{ sau}$$
$$\%k + \%V_{gol} = 100$$

curbele cu acelaşi volum de goluri se pot denumi şi *curbe de echicompactitate.*

2. DATE EXPERIMENTALE

2.1. *Stabilirea curbelor de echicompactitate*

În figura 1 se prezintă diagrama curbelor de echicompactitate determinate experimental prin măsurarea volumului de goluri pentru mai multe amestecuri. Locul geometric al punctelor cu volum de goluri echivalent reprezintă o curbă de echicompactitate.

Amestecurile au fost compactizate prin vibrare timp de 2 minute pe o vibromasă de laborator cu frecvenţa de 50 Hz şi amplitudinea de 0,3 mm în condiţii identice cu cele prescrise pentru compactizarea betoanelor.

---

* *Lucrare comunicată la sesiunea cadrelor didactice ale Insitutului politehnic Timişoara.*

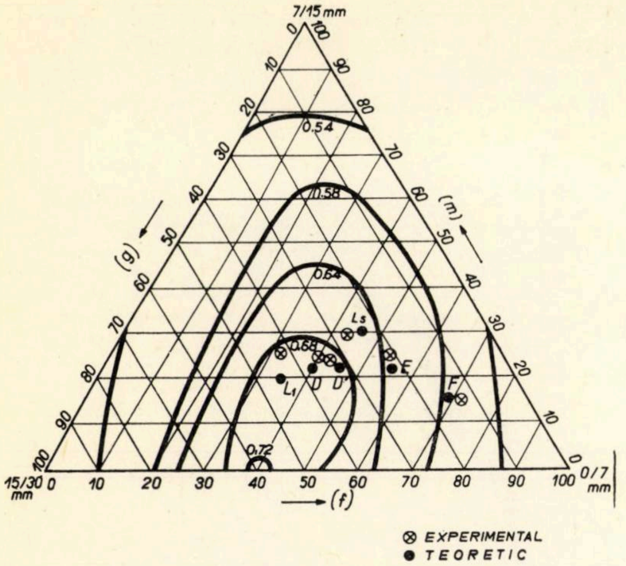


Fig. 1

Volumul de goluri a fost determinat prin calcul cu relația :

$$V_{gol} = \left[1 - \frac{V_a}{V_g}\right] 100, \text{ respectiv}$$

$$V_{gol} = \left[1 - \frac{\gamma_g}{\gamma_a}\right] 100$$

în care :

V_a — volumul aparent
V_g — volumul în grămadă
γ_a — greutatea specifică aparentă, în kg/m³
γ_g — greutatea specifică în grămadă, în kg/m³.

Pentru exactitatea datelor, volumul de goluri a fost verificat după metoda cunoscută cu formula :

$$V_{gol} = \frac{G_1 - G}{V\rho} \cdot 100$$

în care :

G — greutatea vasului umplut cu agregate saturate cu apă, în kg.
G_1 — greutatea vasului umplut cu agregate saturate și a apei introduse pentru umplerea spațiilor libere dintre granule, în kg
V — volumul vasului, în dm³
ρ — densitatea apei, în kg/dm³.

Din analiza datelor din fig. 1 rezultă că pentru amestecurile de compactitate 0,68, respectiv 0,64, considerate ca foarte bune pentru amestecurile de agregate la betoane, există limitele de variație a sorturilor *f* (fine), *m* (medii), *g* (grosiere) din tabela 1.

Pentru comparație, în diagrama ternară (fig. 1) au fost înscrise prin interpolare și amestecurile de agregate al căror volum de goluri este corespunzător curbelor de granulozitate standardizate (curbele *F*, *E*, *D'*, *D* și limitele superioare L_s și inferioare L_i) ale agregatelor recomandate pentru diverse mărci de betoane (v. STAS 1667/70).

Tabela 1

Curba de echicompactitate	Variația % a fracțiunilor		
	fine 0–7 mm	medii 7–15 mm	grosiere 15–30 mm
0,68	28–53	0–29	31–67
0,64	21–63	0–46	20–75
0,58	15–93	0–63	7–20

Se observă (fig. 1) că cel mai mare volum de goluri îl prezintă agregatele de granulozitate conform curbelor *E* și în special *F*, caracterizate prin conținut ridicat de fracțiune fină (0 — 7 mm).

De asemenea, se constată că, din punctul de vedere al volumului de goluri, curbele *D* și *D'* se integrează în domenii echivalente sau foarte apropiate de ale agregatelor de granulozitate L_s și L_i indicate pentru betoane de mărci mai mari decît B 250.

Sub acest aspect, actuala diferențiere prin curbele de granulozitate a agregatelor pentru betoane pînă la marca B 250 și peste B 250 nu se justifică. Este important de subliniat că agregatele corespunzătoare limitei L_i prezintă un volum de goluri și o cantitate de fracțiuni fine superioare comparativ cu curbele L_i și *D'* (fracțiune fină aproximativ egală cu a curbei *D*).

Se impune totuși precizarea că, deși furnizează un volum de goluri redus, agregatele, conform granulozității *D* și *D'*, dau betoane de rezistență mai scăzută în comparație cu cele realizate cu agregate de granulozitate L_i, la dozaje echivalente de ciment, din cauza fracțiunii nisipoase superioare care determină o mărire a suprafeței specifice, cu consecințele cunoscute.

Pe baza datelor înscrise în fig. 1 se observă că există o multitudine de posibilități de amestecare a diferitelor sorturi de agregate care să furnizeze același volum de goluri, respectiv să existe agregate care în stare naturală (nesortate) să posede un volum de goluri corespunzător sau echivalent cu al diverselor curbe de granulozitate.

În practică, este important de precizat dacă aceste agregate, la dozaje echivalente de ciment, permit obținerea de mărci identice cu cele la care se respectă curbele de granulozitate actuale.

Rezolvarea acestei probleme prezintă un interes esențial, întrucît, în cazul că se confirmă experimental ipotezele prezentului studiu, există șansa ca pentru realizarea unor mărci de betoane să se renunțe la sortarea agregatelor și deci să se utilizeze în stare naturală, cu condiția ca aceste agregate să se integreze, din punctul de vedere al volumului de goluri, în curbele de

echicompactitate indicate și să posede o cantitate de fracțiuni fine corespunzătoare mărcilor de beton prescrise (v. tabela 2).

2.2. *Studiu pe betoane*

În prima etapă s-a lucrat cu agregate sortate pe trei fracțiuni. Calculul amestecului s-a efectuat plecînd de la principiul respectării curbelor de echicompactitate. Pe baza datelor din figura 1 s-au calculat, din diagrama ternară, cantitățile procentuale de amestecare între agregatele fine (0—7), medii (7—15) și grosiere (15—30)care generează volume echivalente de goluri.

S-au făcut experimentări utilizîndu-se agregate cu curbe de echicompactitate 0,68 și 0,58. S-au executat 12 serii de betoane (cîte 6 pentru fiecare curbă de echicompactitate) la care au fost păstrate constante volumul de goluri al agregatelor, dozajul de ciment și raportul *a/c*. Compozițiile betonului sînt date în tabela 2.

Tabela 2

Nr. compoziției	Volum de goluri %	Dozaj de ciment kg/m³	Raport apă-ciment *a/c*	Compoziția granulometrică %			Rezistența la compresiune (R_b) kgf/cm² la 28 zile
				0—7 mm	7—15 mm	15—30 mm	
1				33	0	67	251
2				30	10	60	243
3	32	300	0,55	28	28	44	234
4				44	25	31	240
5				53	10	37	205
6				53	0	47	216
7				20	0	80	165
8				16	34	50	143
9	42	300	0,55	18	62	20	150
10				30	60	10	183
11				58	34	8	149
12				72	0	28	125

Betonul a fost preparat într-o betonieră de laborator iar probele, cuburi cu latura de 20 cm, au fost compactizate pe o vibromasă cu caracteristicile indicate la pct. 2.1.

Drept criteriu de comparație al calității betonului s-a considerat rezistența cubică (R_c) la 28 de zile (tabela 2).

Se constată următoarele :

a. — Variația rezistenței de compresiune în cadrul curbei de echicompactitate (0,68) este relativ redusă ; diferența între valorile maxime și minime fiind de ordinul 15% cînd fracțiunea fină variază de la 28% la 53%, de ordinul 7% și 12% cînd fracțiunea fină oscilează între 28% și 33%, respectiv 44% și 53%. În cazul unui volum de goluri și de fracțiuni fine egale, rezistența este aproximativ egală.

b. — În afară de volumul de goluri, un rol important îl are și fracțiunea fină care, la un raport *a/c* constant, influențează lucrabilitatea prin fluctuațiile consistenței betonului.

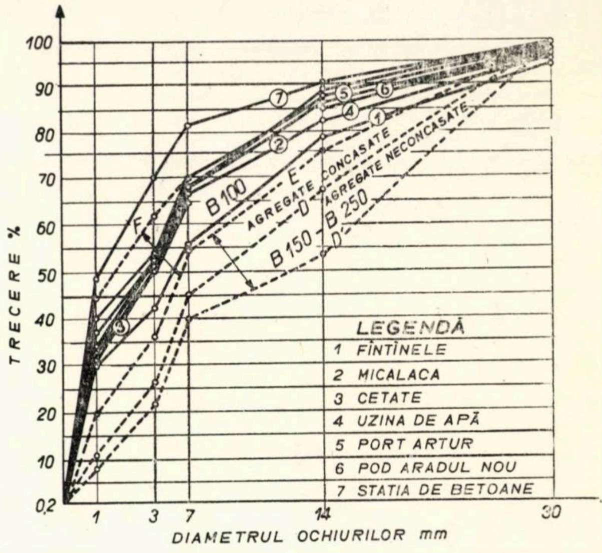


Fig. 2

c. — Pentru probele executate cu agregate de echicompactitate 0,58 rămîn valabile constatările de mai sus, cu precizarea că discrepanța între rezistența maximă și minimă este mai mare (cca 32%).

3. STUDIUL BETOANELOR CU AGREGATE DE MUREȘ (ARAD)

În faza a doua a studiului s-a căutat să se verifice ipotezele autorului în cazul balastierelor stației de betoane Arad, prin folosirea balastului nesortat pentru mărci pînă la B 250 și corectat pentru mărci pînă la B 300. Rezolvarea practică implică unele dificultăți legate de neomogenitatea balastului în cariere. Din această cauză se impune verificarea omogenității agregatelor prin determinări de mai multe zone ale balastierelor și organizarea rațională a exploatării. Este necesar, de asemenea, controlul balastului și sub raportul volumului de goluri și al fracțiunilor fine.

În tabela 3 se prezintă caracteristicile mai importante ale agregatelor din balastierele studiate.

Granulozitățile naturale ale acestor agregate în funcție de curbele STAS 1667/70 sînt redate în fig. 2 și 3.

Se constată că agregatele extrase din balastierele stației de betoane Arad posedă o granulozitate necorespunzătoare, caracterizată printr-un conținut ridicat de fracțiuni fine. Agregatul de la balastiera Fîntînele prezintă în stare naturală caracteristici de granulozitate mai bună.

Pe baza determinării fracțiunilor 0—7, 7—15 și 15—30 s-au înscris în sistemul ternar al curbe-

Tabela 3

Nr.	Balastiera: Denumire	Forma granulelor: b/a	Forma granulelor: c/a	Coeficient volumic $c = \frac{6\sum_{1}^{n} V}{\sum_{1}^{n} d^3}$	% levigabil	Conţinut de humus
1	Fîntînele	0,71	0,43	0,26	1,2	cul. nr. 2
2	Micalaca	0,75	0,50	0,29	1,8	cul. nr. 2
3	Cetate	0,68	0,47	0,25	2,0	cul. nr. 2
4	Uzină de apă	0,72	0,49	0,29	1,9	cul. nr. 2
5	Port Artur	0,73	0,39	0,30	2–3,5	cul. nr. 2
6	Pod Arad-Nou	0,67	0,44	0,28	1,7	cul. nr. 3
7	Staţia de betoane	0,75	0,47	0,25	1,3	cul. nr. 2

lor de echicompactitate cele 7 tipuri de balast, păstrîndu-se numerotarea din tabela 3 (fig. 5). Pentru comparaţie, în aceeaşi figură s-a înscris şi volumul de goluri corespunzător curbelor STAS 1667/70 pentru agregate 0–30. Rezultă următoarele :

a. — Balastul natural extras de la Fîntînele posedă volumul de goluri cel mai scăzut şi granulozitatea cea mai bună. Curba de granulozitate se suprapune aproximativ peste curba *E*.

b. — Balastul extras din zona staţiei de betoane este cel mai necorespunzător, atît din punctul de vedere al volumului de goluri (43,5 %), cît şi al granulozităţii. Se observă că valorile acestor două caracteristici depăşesc limitele prevăzute de STAS 1667/70.

c. — Agregatele din celelalte balastiere posedă caracteristici apropiate, atît pentru fracţiunea 0—7, care are un rol principal pentru realizarea diferitelor mărci de betoane, cît şi pentru restul fracţiunilor şi volumului de goluri.

În ceea ce priveşte înscrierea în zona granulozităţii recomandate pentru betoane de mărci superioare lui B 250, se constată că nici o balastieră nu posedă în stare naturală agregate cu o granulozitate adecvată.

Ţinînd seama de aceste observaţii şi de faptul că balastul de la Fîntînele, în comparaţie cu cel din celelalte balastiere, este superior din punctul de vedere al volumului de goluri şi al capacităţii, se pune problema stabilirii de reţete pentru diferite mărci de betoane, prin utilizarea balastului natural, respectiv corectat, pentru mărci mai mari de betoane (peste B 250).

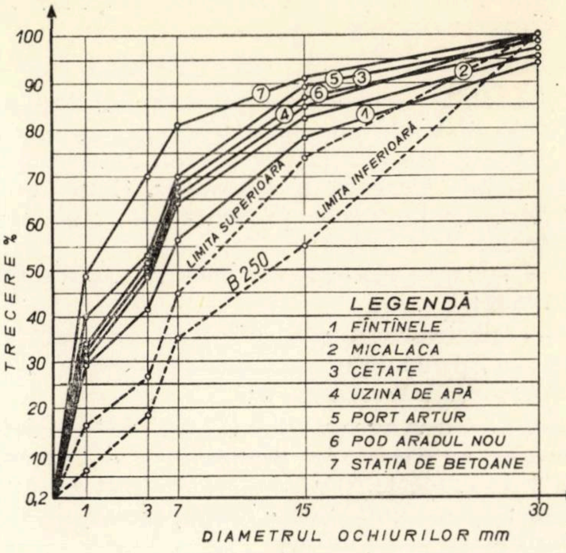


Fig. 3

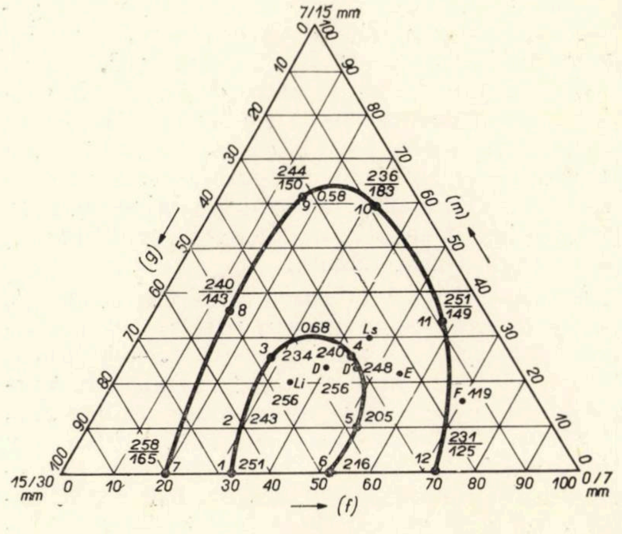


Fig. 4

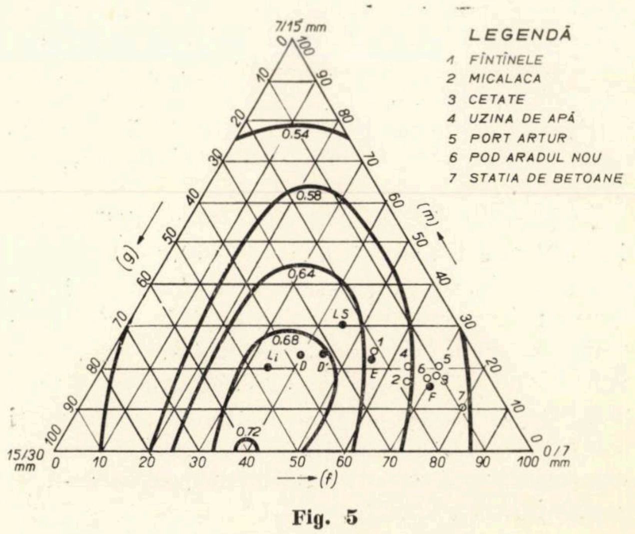


Fig. 5

4. COMPOZIŢII DE BETOANE ŞI REZULTATELE OBŢINUTE

În cele ce urmează se vor reda sub formă de tabele dozajele componentelor betonului pentru realizarea diferitelor mărci. Datele se bazează pe încercări de laborator. S-au avut în vedere următoarele procedee de realizare a mărcii :

— folosirea agregatelor în stare naturală fără sortare ;

— folosirea agregatelor în stare naturală, fără sortare, prin adăugarea unui surplus de ciment pentru realizarea mărcii ;

— folosirea agregatelor în stare naturală, fără sortare, cu corectarea granulometriei prin adaosuri de corecţie. (Ca adaos de corecţie s-au folosit : balast de Ghioroc 0—30, pietriş de Ghioroc 15—30 şi criblură.)

Suplimentarea dozajului de ciment sau corectarea granulozităţii este necesară întrucît agregatele posedă fracţiunea fină (0—7) în cantitate prea mare, ceea ce contribuie la un consum suplimentar de ciment sau la folosirea adaosurilor de corecţie, cu toate că volumul de goluri este relativ echivalent cu cel al curbelor de granulozitate prevăzute în standard.

La fracţiunea fină, în afară de suprafaţa specifică mare, care necesită un raport *a/c* ridicat pentru obţinerea lucrabilităţii, mai intervine şi problema înfoierii nisipului, care falsifică dozajul de ciment şi determină obţinerea unor betoane cu greutăţi specifice aparente reduse, deci de rezistenţe scăzute.

A treia soluţie : folosirea balastului nesortat, cu corectarea granulozităţii prin adaos de balast Ghioroc 0—3 mm, respectiv 15—30 mm şi criblură 15—25 mm în diferite raporturi. A rezultat că se pot atinge betoane de mărci B 200, B 250 şi B 300 cu balast de la Fîntînele sau de la staţia de betoane cu respectarea reţetelor din tabelele 4, 5 şi 6. Balastul de la Fîntînele, avînd o granulozitate mai bună şi un volum de goluri mai mic, prezintă avantaje faţă de cel de la staţia de betoane.

Este important de menţionat că se poate înlocui adaosul de criblură 15—25 mm cu balast de Ghioroc fracţiunea 15—30 mm, obţinîndu-se rezultate identice.

Pentru economicitate s-a căutat să se utilizeze, pentru mărci medii, balastul de Ghioroc nesortat.

În tabelele 4, 5 şi 6 se dau compoziţiile pentru mărcile B 200, B 250 şi B 300.

În tabelele 5 şi 6 s-au luat două cazuri extreme : balastul de Fîntînele şi balastul din zona staţiei de betoane. Rezultă că cu balastul de Fîntînele se pot realiza betoane de marcă pînă la B 250 fără să fie necesară sortarea şi corectarea granulozităţii prin introducerea de fracţiune grosieră sau suplimentarea cu 5—6% a dozajului de ciment.

B 200

Tabela 4

Tipul agregatului	Agregate pentru corectarea granulozităţii	Adaos de corecţie %	Dozaj de ciment kg/m³	Suplimentare de ciment %	Raport *a/c*	Rezistenţe la compresiune 28z. kgf/cm²
FÎNTÎNELE	—	—	305	—	0,60	208
	—	—	323	6	0,60	219
	Balast de Ghioroc 0—30 mm	10	305	—	0,60	210
	Idem 15—30 mm	10	305	—	0,60	231
	Criblură	5	305	—	0,60	209
	Criblură	10	305	—	0,60	222
STAŢIA DE BETOANE	—	—	305	—	0,60	164
	—	—	323	6	0,60	179
	—	—	335	10	0,60	181
	Balast de Ghioroc 0—30 mm	20	305	—	0,60	180
	Idem 15—30 mm	20	305	—	0,60	208
	Criblură	10	305	—	0,60	187
	Idem	20	305	—	0,60	214

B 250

Tabela 5

Tipul agregatului	Agregate pentru corectarea granulozităţii	Adaos de corecţie %	Dozaj de ciment kg/m³	Raport *a/c*	Rezistenţa la 28 zile
FÎNTÎNELE	—	—	335	0,55	236
	—	—	353	0,55	252
	—	—	368,5	0,55	258
	Balast de Ghioroc 0—30 mm	15	345	0,55	251
	Idem 15—30 mm	15	345	0,55	268
	Criblură	10	345	0,55	254
	Criblură	15	345	0,55	201

5. STUDIU PE BETOANE REVIBRATE

Întrucît revibrarea determină o creştere substanţială a rezistenţei mecanice, ca rezultat cumulat al majorării compactităţii şi al reducerii tensiunilor interne din structură, s-a căutat

B 300

Tabela 6

Tipul agregatului	Agregate pentru corectarea granulozității	Adaos de corecție %	Dozaj de ciment kg/m³	Suplimentare de ciment %	Raport a/c	R_b 28 zile kgf/cm²
	—	—	370	—	0,52	259
	—	—	407	10	0,5	274
	—	—	425	15	0,5	290
FÎNTÎNELE	Balast de Ghioroc 15/30 mm	15	375	—	0,5	310
	Idem	20	375	—	0,5	326
	Idem	30	375	—	0,5	314
	Criblură	15	375	—	0,5	314
	Idem	30	375	—	0,5	329

să se determine efectul acestui procedeu asupra betoanelor confecționate cu compoziția din tabela 2, curba de echicompactitate 0,58.

Revibrarea s-a efectuat cu ajutorul vibromasei (vezi pct. 2. 1) în perioada început — sfîrșit de priză a cimentului, din 30 în 30 de minute cu o durată de 30 de secunde.

Rezistența la compresiune, la 28 de zile, este dată în tabela 7.

Se observă următoarele :

a. — Prin revibrare se diminuează dispersia valorilor R_c în funcție de cantitatea de fracțiuni fine.

b. — Revibrarea determină o creștere substanțială a rezistențelor R_c în raport cu vibrarea, sporurile maxime fiind de 68—85%. Pentru comparație, în fig. 4 au fost trecute, în partea superioară, R_c pentru probele revibrate și, în partea inferioară, R_c pentru probele vibrate la compoziția de betoane bazată pe agregate cu 0,58 curbă de echicompactitate.

Tabela 7

Nr. compoziției	Mod de compactizare	Compoziția granulometrică %			R_{bv} 28 zile kgf/cm²	$\frac{R_{bRv} - R_{bv}}{R_{bv}}$ 100 %
		0-7	7-15	15-30		
7	$\frac{V}{RV}$	20	0	80	$\frac{165}{258}$	56
8	$\frac{V}{RV}$	16	34	50	$\frac{143}{240}$	67
9	$\frac{V}{RV}$	18	62	20	$\frac{150}{244}$	62
10	$\frac{V}{RV}$	30	60	10	$\frac{183}{266}$	49
11	$\frac{V}{RV}$	58	34	8	$\frac{149}{251}$	68
12	$\frac{V}{RV}$	72	0	28	$\frac{125}{241}$	85

V — vibrare
RV — revibrare

c. — Pentru probele revibrate, din cauza măririi compactității se pare că granulozitatea agregatelor are un efect mai puțin sesizabil, ceea ce duce la betoane de rezistențe apropiate chiar la fluctuații mari ale granulozității.

6. INTERPRETAREA STATISTICĂ A REZULTATELOR

În tabela 8 se dau valorile coeficienților de dispersie și de omogenitate pentru cele trei serii de probe.

Rezultă următoarele :

— În cazul betoanelor confecționate cu agregate avînd același volum de goluri, coeficientul de variație prezintă valori mai mari pentru probele 6—12 vibrate. Pentru probele revibrate,

Tabela 8

Nr. seriei	%V gol mod de compactizare	Abaterea medie patratică $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_n - x)^2}{n}}$	Coeficientul de variație % $C_v = \frac{\sigma}{x} 100$	Coeficientul de omogenitate $K = \frac{x - 3\sigma}{x}$
1 — 6	$\frac{32}{V}$	16	6,93	0,91
7 — 12	$\frac{42}{V}$	18,7	12,34	0,76
	$\frac{42}{RV}$	11,6	4,66	0,95

dispersia este mai redusă (4,66%), ceea ce duce implicit la un coeficient de omogenitate ridicat (0,95). Acest fapt evidențiază constatarea că, prin revibrare, influența fracțiunii fine scade, ca rezultat al creșterii compactității și al reducerii tensiunilor interne, concomitent cu micșorarea contracțiilor inițiale și finale. Este posibil ca, prin revibrare, chiar în ipoteza în care este necesară o suplimentare a raportului *a/c* pentru păstrarea unei bune lucrabilități în corelație cu majorarea fracțiunii fine în beton să se producă o reducere efectivă a raportului *a/c*, așa cum s-a arătat în studiile anterioare, ceea ce se reflectă pozitiv asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale betonului.

— La probele de compoziție 1—6, curba de echicompactitate 0,68, fracțiunea fină variază în limite restrînse, ceea ce determină ca și dispersia rezultatelor să posede valori relativ reduse.

7. CONCLUZII

În lumina rezultatelor obținute se desprind următoarele concluzii :

a. — Curbele de echicompactitate pot constitui indici calitativi și cantitativi de apreciere a granulozității din agregat, cu condiția ca fracțiunea fină să nu varieze în limite mari.

b. — Variația, în limite relativ largi, a fracțiunii fine este posibilă în cadrul curbelor de echicompactitate în ipoteza compactizării betonului prin revibrare.

c. — S-a demonstrat că actualele curbe de granulozitate nu sînt decît cazuri particulare ale multiplelor posibilități de amestecare a sorturilor de agregate.

d. — În cazul agregatelor cu curbe de echicompactitate, care posedă o variație mică a fracțiunii fine, se obțin rezistențe apropiate.

e. — Curbele de echicompactitate din diagrame ternare pot substitui curbele de granulozitate, permițînd utilizarea agregatelor în stare naturală sau corectate pentru realizarea mărcilor de betoane pînă la B 250, respectiv B 300.

f. — Suplimentarea dozajului de ciment și aplicarea revibrării pentru compensarea efectului fracțiunii fine și eliminarea sortării pot fi eficiente din punct de vedere tehnico-economic.

Noul Hotel „Gutinul" la Baia Mare

Calculul jetului de aer liber, neizoterm, utilizat în instalaţiile de ventilaţie şi încălzire cu aer cald

Ing. SERGIU CRUCEANU
INCERC

1. INTRODUCERE

În prezent există o serie de relaţii pentru calculul jeturilor libere, cum ar fi de exemplu: vechile relaţii ale lui Abramovici, relaţiile lui Becher, relaţiile lui Koestel, Tuve, Herman, Priester, noile relaţii ale lui Abramovici, relaţiile lui Şepelev, relaţiile lui Omelciuc etc.

Toate aceste relaţii concordă în mod satisfăcător cu datele experimentale şi toate, în afara relaţiilor lui Şepelev, se bazează pe teoriile turbulenţei libere ale lui Prandtl-Tollmien, Taylor, Schlichting, care presupun o grosime finită a jetului. Astfel, aceste relaţii nu permit determinarea analitică a vitezelor sau temperaturilor aerului într-un punct aflat la o distanţă arbitrară faţă de axa jetului, lucru absolut necesar în studiul condiţiilor de confort termic în zona de activitate. Vitezele şi temperaturile medii ale jetului de aer cald nu sînt concludente în stabilirea confortului termic. De asemenea, aceste relaţii nu permit determinarea umidităţii aerului în diferite puncte, element esenţial pentru realizarea confortului termic.

Relaţiile de calcul propuse se bazează pe teoriile turbulenţei libere ale lui Reichardt şi Prandtl-Görtler, care presupun o grosime nelimitată a jetului, opţiunea pentru aceste teorii fiind determinată de următoarele considerente:

— în cazul ventilaţiei sau al încălzirii cu aer cald, fiind necesar a cunoaşte modul de curgere a aerului în zona de activitate, aceasta implică stabilirea întregului tablou al curgerii, care să cuprindă şi masele de aer ce curg spre jet;

— este greu a admite existenţa unei perturbaţii într-un mediu continuu, care să nu se transmită la infinit;

— o serie de măsurători efectuate de autor dovedesc existenţa mişcării aerului în afara domeniului stabilit de teoriile ce presupun o grosime finită a jetului (Prandtl-Tollmien şi Schlichting).

2. STUDIUL CURGERII JETULUI AXIAL ASIMETRIC FOLOSIND TEORIA LUI REICHARDT

Ecuaţia conservării impulsului pentru jetul axial-simetric, liber, neizoterm, scrisă pentru planele paralele ce trec prin orificiul de suflare şi prin secţiunea transversală a jetului aflată la distanţa x de polul jetului (fig. 1), este de forma:

$$\pi r_0^2 \rho_0 w_0^2 = 2\pi \int_0^\infty \rho_x w_x^2 y \, dy \qquad (1)$$

în care:

r_0 este raza orificiului de suflare, în m;
y — distanţa de la axa jetului la punctul considerat, în m;
w_0 — viteza de ieşire a aerului din orificiul de suflare, în m/s;
w_x — componenta longitudinală a vitezei jetului în sensul axei absciselor la distanţa x de polul jetului şi la distanţa y de axa jetului, în m/s;
ρ_0 — densitatea aerului la ieşirea din orificiu, în kg/m³;
ρ_x — densitatea aerului la distanţa x de polul jetului, şi la distanţa y de axa jetului, în kg/m³.

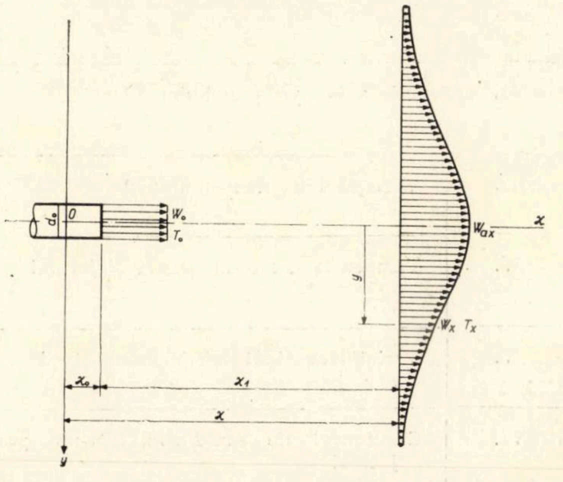


Fig. 1 — Curgerea jetului de aer liber, conform teoriilor lui Reichardt şi Prandtl-Görtler

Conform teoriei lui Reichardt, distribuţia vitezelor în secţiunile transversale prin jet este dată de relaţia:

$$\frac{w_x}{w_{ax}} = e^{-\left(\frac{\sigma y}{2x}\right)^2} \qquad (2)$$

în care:

w_{ax} este viteza axială a jetului de aer la distanţa x de polul jetului, în m/s;

σ — constantă experimentală care depinde de modul de repartiţie a vitezelor la ieşirea din orificiul de suflare.

Presiunea statică în toate secţiunile transversale prin jet fiind aceeaşi pe întreaga secţiune a jetului, iar temperatura aerului din jet la o distanţă mai mare de orificiu fiind apropiată de cea a aerului din încăpere, se poate scrie:

$$\frac{\rho_x}{\rho_0} = \frac{T_0}{T_{mx}} \approx \frac{T_0}{T_i} \tag{3}$$

în care:

T_0 este temperatura absolută a aerului la ieşirea din orificiul de suflare, în °K;

T_i — temperatura absolută a aerului din încăpere (se va considera temperatura din apropierea orificiului de absorbţie), în °K;

T_{mx} — temperatura medie absolută a aerului din jet la distanţa x de polul jetului, în °K.

În ecuaţia (1), făcînd schimbarea de variabilă $\xi = \sigma \frac{y}{x}$ şi introducînd relaţiile (2) şi (3), după o serie de operaţii matematice se obţine relaţia pentru calculul vitezei axiale a jetului axial-simetric, liber, neizoterm:

$$\frac{w_{ax}}{w_0} = \frac{0{,}353\ \sigma d_0}{x_i + x_0} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}} \tag{4}$$

în care:

d_0 este diametrul orificiului de suflare, în m;

x_i — distanţa de la planul orificiului de suflare la secţiunea considerată, în m;

x_0 — distanţa de la orificiu la polul jetului, în m

$$x = x_i + x_0.$$

Dacă în relaţia (4) se introduce relaţia (2) se obţine viteza într-un punct al jetului (tabela 1 — relaţia II).

Din relaţia care dă viteza într-un punct din jet se obţine ecuaţia pentru determinarea curbelor de viteză egală (tabela 1 — relaţia VII). Dînd diverse valori raportului $\frac{w_x}{w_0}$ se pot trasa curbele de viteză egală pentru un caz dat.

Ecuaţia conservării cantităţii de căldură pentru jetul axial-simetric, liber, neizoterm, scrisă pentru planele paralele ce trec prin orificiul de suflare şi prin secţiunea transversală

Tabela 1

Relaţiile pentru calculul curgerii jetului axial-simetric, liber, neizoterm, elaborate pe baza teoriei lui Reichardt

Nr. crt. al relaţiei	Denumirea mărimii relative	Expresia mărimii relative sau a funcţiei	Relaţia de calcul
I.	Viteza axială a jetului		$\frac{w_{ax}}{w_0} = \frac{0{,}353\ \sigma d_0}{x_l + x_0} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$
II.	Viteza într-un punct din jet		$\frac{w_x}{w_0} = \frac{0{,}353\ \sigma d_0}{x_l + x_0}\, e^{-\frac{1}{4}\left(\frac{\sigma y}{x_l + x_0}\right)^2} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$
III.	Variaţia temperaturii de-a lungul axei jetului		$\frac{T_{ax} - T_i}{T_0 - T_i} = \frac{0{,}265\ \sigma d_0}{x_l + x_0} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$
IV.	Temperatura într-un punct al jetului		$\frac{T_x - T_i}{T_0 - T_i} = \frac{0{,}265\ \sigma d_0}{x_l + x_0}\, e^{-\frac{1}{8}\left(\frac{\sigma y}{x_l + x_0}\right)^2} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$
V.	Variaţia conţinutului de umiditate de-a lungul axei jetului		$\frac{C_{ax} - C_i}{C_0 - C_i} = \frac{0{,}265\ \sigma d_0}{x_l + x_0} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$
VI.	Conţinutul de umiditate într-un punct al jetului		$\frac{C_x - C_i}{C_0 - C_i} = \frac{0{,}265\ \sigma d_0}{x_l + x_0}\, e^{-\frac{1}{8}\left(\frac{\sigma y}{x_l + x_0}\right)^2} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$
VII.	Ecuaţia pentru determinarea curbelor de viteză egală		$y_v = \frac{2\,(x_l + x_0)}{\sigma} \sqrt{ln \frac{0{,}353\ \sigma d_0}{x_l + x_0} \frac{w_0}{w_x} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}$
VIII.	Ecuaţia pentru determinarea izotermelor		$y_t = \frac{2\,(x_l + x_0)}{\sigma} \sqrt{2\,ln \frac{0{,}265\ \sigma d_0}{x_l + x_0} \frac{T_0 - T_i}{T_x - T_i} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}$
IX.	Ecuaţia pentru determinarea curbelor de egal conţinut de umiditate		$y_c = \frac{2\,(x_l + x_0)}{\sigma} \sqrt{2\,ln \frac{0{,}265\ \sigma d_0}{x_l + x_0} \frac{C_0 - C_i}{C_x - C_i} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}$

a jetului aflată la distanţa x de polul jetului, este de forma:

$$\pi r_0^2 g \rho_0 c_p w_0 (T_0 - T_i) = 2\pi \int_0^\infty c_p \rho_x g (T_x - T_i) w_x dy \quad (5)$$

în care:

c_p este căldura specifică a aerului la presiune constantă, în kcal/kg;

T_x — temperatura absolută a aerului în punctul considerat, în °K;

Conform teoriei turbulenţei libere a lui Taylor şi consideraţiilor făcute de Reichardt:

$$\frac{T_x - T_i}{T_{ax} - T_i} = \sqrt{\frac{w_x}{w_{ax}}} \quad (6)$$

în care:

T_{ax} este temperatura absolută a aerului de-a lungul axei jetului, la distanţa x de polul jetului, în °K.

Dacă în ecuaţia (5) se face schimbarea de variabilă $\xi = \sigma \frac{y}{x}$ şi se introduc relaţiile (2), (3), (4) şi (6), după o serie de operaţii matematice se obţine relaţia pentru determinarea temperaturii de-a lungul axei jetului (tabela 1 — relaţia III).

Relaţia pentru determinarea temperaturii într-un punct al jetului (tabela 1 — relaţia IV) se obţine din relaţia pentru determinarea temperaturii axiale şi relaţiile (2) şi (6).

Din relaţia pentru determinarea temperaturii într-un punct al jetului rezultă ecuaţia pentru determinarea izotermelor (tabela 1 — relaţia VIII).

Legile de distribuţie a concentraţiei fiind identice cu legile de distribuţie a temperaturilor, relaţiile pentru determinarea conţinutului de vapori de apă al aerului din jet (tabela 1 — relaţiile V; VI; IX) vor fi analoge cu cele pentru determinarea temperaturilor. În aceste relaţii:

C_0 este conţinutul de vapori de apă al aerului din jet la ieşirea din orificiul de suflare, în g pe kg aer uscat;

C_{ax} — conţinutul de vapori de apă al aerului de-a lungul axei jetului, la distanţa x de polul jetului, în g pe kg aer uscat;

C_x — conţinutul de vapori de apă al aerului din jet la distanţa x de polul jetului şi la distanţa y de axa jetului, în g pe kg aer uscat;

Tabela 2

Relaţiile pentru calculul curgerii jetului axial-simetric, liber, neizoterm, elaborate pe baza teoriei lui Prandtl-Görtler

Nr. crt. al relaţiei	Denumirea mărimii relative	Expresia mărimii relative sau a funcţiei	Relaţia de calcul
I.	Viteza axială a jetului	$\frac{w_{ax}}{w_0} = \frac{0{,}306\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$	
II.	Viteza într-un punct din jet.	$\frac{w_x}{w_0} = \frac{0{,}306\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0} \frac{1}{\left[1 + 0{,}125\left(\frac{\sigma_1 y}{x_l + x_0}\right)^2\right]^2}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$	
III.	Variaţia temperaturii de-a lungul axei jetului	$\frac{T_{ax} - T_i}{T_0 - T_i} = \frac{0{,}204\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$	
IV.	Temperatura într-un punct al jetului	$\frac{T_x - T_i}{T_0 - T_i} = \frac{0{,}204\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0} \frac{1}{1 + 0{,}125\left(\frac{\sigma_1 y}{x_l + x_0}\right)^2}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$	
V.	Variaţia conţinutului de umiditate de-a lungul axei jetului	$\frac{C_{ax} - C_i}{C_0 - C_i} = \frac{0{,}204\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$	
VI.	Conţinutul de umiditate într-un punct al jetului	$\frac{C_x - C_i}{C_0 - C_i} = \frac{0{,}204\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0} \frac{1}{1 + 0{,}125\left(\frac{\sigma_1 y}{x_l + x_0}\right)^2}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$	
VII.	Ecuaţia pentru determinarea curbelor de viteză egală	$y_v = \frac{x_l + x_0}{\sigma_1}\sqrt{-8 + \sqrt{\frac{19{,}6\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0}\frac{w_0}{w_x}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}}$	
VIII.	Ecuaţia pentru determinarea izotermelor	$y_t = \frac{x_l + x_0}{\sigma_1}\sqrt{-8 + \frac{1{,}632\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0}\frac{T_0 - T_i}{T_x - T_i}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}$	
IX.	Ecuaţia pentru determinarea curbelor de egal conţinut de umiditate	$y_c = \frac{x_l + x_0}{\sigma_1}\sqrt{-8 + \frac{1{,}632\ \sigma_1 d_0}{x_l + x_0}\frac{C_0 - C_i}{C_x - C_i}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}$	

C_i — conţinutul de vapori de apă al aerului din încăpere (în apropierea orificiului de absorbţie), în g pe kg aer uscat.

3. STUDIUL CURGERII JETULUI AXIAL–SIMETRIC FOLOSIND TEORIA PRANDTL–GÖRTLER

Conform teoriei Prandtl-Görtler, distribuţia vitezelor în secţiunea transversală a jetului axial-simetric este dată de relaţia :

$$\frac{w_x}{w_{ax}} = \frac{1}{\left[1 + 0{,}125\left(\sigma_1 \frac{y}{x}\right)^2\right]^2}. \qquad (7)$$

Procedînd analog ca în cazul precedent, însă folosind relaţia (7) în locul relaţiei (2), s-au obţinut relaţiile date în tabela 2.

4. STUDIUL CURGERII JETULUI PLAN FOLOSIND TEORIA LUI REICHARDT

În cazul jetului plan, liber, neizoterm ecuaţia conservării impulsului va fi :

$$\frac{1}{2} b_0 \rho_0 w_0^2 B = \int_0^\infty \rho_x w_x^2 B \, dy \qquad (8)$$

în care :

b_0 este înălţimea orificiului de suflare a aerului, în m ;

B — lăţimea orificiului de suflare a aerului (pentru ca jetul să fie plan este necesar ca $\frac{B}{b_0} = 20$), în m.

Iar ecuaţia conservării cantităţii de căldură va fi :

$$\frac{1}{2} b_0 B \rho_0 g c_p w_0 (T_0 - T_i) = \int_0^\infty \rho_x g c_p w_x (T - T_i) B dy \qquad (9)$$

Procedînd analog ca în cazul jetului axial-simetric, s-au obţinut relaţiile date în tabela 3.

5. INTERPRETAREA REZULTATELOR

5.1. Relaţiile obţinute permit să se determine în orice punct al încăperii viteza, temperatura şi conţinutul de umiditate ale aerului, pentru a stabili condiţiile de confort termic.

5.2. Pe baza echivalenţei relaţiilor pentru determinarea vitezei axiale, elaborate pe baza teoriilor lui Reichardt şi Prandtl-Görtler, s-a stabilit relaţia de echivalenţă între valorile coeficienţilor experimentali pentru cele două teorii :

$$\sigma_1 = 1{,}15\, \sigma. \qquad (10)$$

Prin echivalenţa relaţiei pentru determinarea vitezei axiale stabilită de Abramovici pe baza teoriei Prandtl-Tollmien cu cea elaborată în prezenta lucrare pe baza teoriei lui Reichardt,

Tabela 3

Relaţiile pentru calculul curgerii jetului plan, liber, neizoterm, elaborate pe baza teoriei lui Reichardt

Nr. crt. al relaţiei	Denumirea mărimii relative	Expresia mărimii relative sau a funcţiei	Relaţia de calcul
I.	Viteza axială a jetului	$\frac{w_{ax}}{w_0}$	$= 0{,}632 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0}}$
II.	Viteza într-un punct din jet	$\frac{w_R}{w_x}$	$= 0{,}632 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0}}\, e^{-\frac{1}{4}\left(\frac{\sigma y}{x_l + x_0}\right)^2}$
III.	Variaţia temperaturii de-a lungul axei jetului	$\frac{T_{ax} - T_i}{T_0 - T_i}$	$= 0{,}552 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0}}$
IV.	Temperatura într-un punct al jetului	$\frac{T_x - T_i}{T_0 - T_i}$	$= 0{,}552 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0}}\, e^{-\frac{1}{8}\left(\frac{\sigma y}{x_l + x_0}\right)^2}$
V.	Variaţia conţinutului de umiditate de-a lungul axei jetului	$\frac{C_{ax} - C_i}{C_0 - C_i}$	$= 0{,}552 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0}}$
VI.	Conţinutul de umiditate într-un punct din jet	$\frac{C_x - C_i}{C_0 - C_i}$	$= 0{,}552 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0}}\, e^{-\frac{1}{8}\left(\frac{\sigma y}{x_l + x_0}\right)^2}$
VII.	Ecuaţia pentru determinarea curbelor de viteză egală	y_v	$= \frac{x_l + x_0}{\sigma} \sqrt{2 \ln \frac{0{,}4\, \sigma b_0}{x_l + x_0} \left(\frac{w_0}{w_x}\right)^2 \frac{T_i}{T_0}}$
VIII.	Ecuaţia pentru determinarea izotermelor	y_t	$= \frac{2(x_l + x_0)}{\sigma} \sqrt{2 \ln 0{,}552 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0} \frac{T_0 - T_i}{T_x - T_i}}}$
IX.	Ecuaţia pentru determinarea curbelor de egal conţinut de umiditate	y_c	$= \frac{2(x_l + x_0)}{\sigma} \sqrt{2 \ln 0{,}552 \sqrt{\frac{\sigma b_0}{x_l + x_0} \frac{T_i}{T_0} \frac{C_0 - C_i}{C_x - C_i}}}$

s-a stabilit relaţia de echivalenţă dintre coeficientul structurii turbulente a şi σ:

$$\sigma = \frac{1,36}{a}. \qquad (11)$$

Relaţia de echivalenţă între coeficientul structurii turbulente a şi coeficientul gurii de aer K din relaţiile lui Becker s-a stabilit a fi:

$$K = \frac{0,48}{a}\sqrt{\frac{4}{\pi}}. \qquad (12)$$

Astfel, relaţia de echivalenţă dintre σ şi K va fi:

$$\sigma = 2,5\,K. \qquad (13)$$

În tabela 4 se dau valorile coeficienţilor σ şi σ_1 determinate luînd ca bază valorile date în literatura de specialitate pentru coeficientul structurii turbulente a, iar în tabela 5 se dau valorile coeficienţilor σ şi σ_1, determinate luînd ca bază valorile date în literatura de specialitate pentru coeficientul gurii de aer K.

Se observă că valorile lui σ şi σ_1 din tabela 5 sînt inferioare celor date în tabela 4. Explicaţia acestor valori mai mici ar fi că în determinarea coeficienţilor experimentali din relaţiile lui Becher s-a ţinut seama de neuniformitatea cîmpului de viteze determinată de coturi, ramificaţii, confuzoare montate în amonte de orificiu, distanţa de la aceste piese la orificiu nefiind suficientă pentru stabilirea curgerii.

5.3. Pe baza studiilor pe modele efectuate în INCERC a rezultat că relaţia empirică stabilită de Abramovici, pentru determinarea distanţei de la polul jetului la planul orificiului de suflare, concorda satisfăcător cu datele experimentale:

$$x_0 = 0,145\,\frac{d_0}{a} \qquad (14)$$

sau

$$x_0 = 0,107\,\sigma\,d_0 \qquad (14')$$

sau

$$x_0 = 0,123\,\sigma_1 d_0 \qquad (14'')$$

Tabela 4

Valorile coeficienţilor σ şi σ_1 determinate pe baza valorilor date pentru coeficientul structurii turbulente a

	σ	σ_1
Orificiu circular cu cîmp de viteze complet uniform	20,6	23,7
Orificiu circular liber	17...19	19,5...20,6
Orificiu dreptunghiular liber	11...15	12,6...17,2
Orificiu cu jaluzele mobile	8,5	9,8
Orificiu tip Baturin	6,8	7,8
Orificiu cu ventilator axial montat la ieşirea din orificiu	5,7	6,5
Orificiu cu dispozitiv de turbionare special	5	5,7

Tabela 5

Valorile coeficienţilor σ şi σ_1 determinate pe baza valorilor date coeficientului gurii de aer K

	w_0=2...5 m/s		w_0=8...40 m/s	
	σ	σ_1	σ	σ_1
Guri de aer circulare sau pătrate, cu deschidere liberă	14,3	16,4	17,5	20
Guri de aer dreptunghiulare, cu raportul între laturi pînă la 1/25, cu deschidere liberă	13,3	15,3	16,3	18,7
Guri de aer dreptunghiulare, cu raportul între laturi 1/25...1/40, cu deschidere liberă	12,3	14,1	15	17,2
Fante inelare, axiale sau radiale	9,8	11,3	12	13,8
Orificii cu grătare sau grilaje, avînd suprafaţa liberă de minimum 40%	11,8	13,5	14,3	16,4
Panouri perforate, avînd suprafaţa liberă:				
3... 5%	7,5	8,6	9,3	10,7
10...20%	10	11,5	12,3	14,1
25...40%	12,5	14,3	12,5	14,4
Orificii cu palete de dirijare:				
— paralele cu direcţia curgerii	13,8	15,8	13,8	15,8
— divergente la 40°	7,3	8,4	8,8	10,1
— divergente la 60°	5,3	6,1	6,3	7,2
— divergente la 90°	4,3	4,9	5	5,7

6. CONCLUZII

Din studiile experimentale efectuate pe modele a rezultat că atît relaţiile elaborate pe baza teoriei lui Reichardt, cît şi relaţiile elaborate pe baza teoriei lui Prandtl-Görtler dau rezultate apropiate de cele determinate experimental. S-a observat o concordanţă mai mare între valorile calculate cu relaţiile bazate pe teoria lui Reichardt şi cele determinate experimental în interiorul conului ce are ca înălţime axa jetului, iar raza un sfert din înălţime, şi o concordanţă mai mare între valorile calculate cu relaţiile bazate pe teoria lui Prandtl-Görtler şi cele determinate experimental în exteriorul acestui con.

Deci, ambele grupe de relaţii se pot utiliza în proiectarea instalaţiilor de ventilaţie sau încălzire cu aer cald, opţiunea fiind determinată de poziţia relativă a punctului pentru care se calculează parametrii.

În cazul cînd scurgerea curentului de aer în amonte de orificiu este stabilizată (distanţa de la piesa de ventilaţie şi pînă la orificiu este de circa 10—20 diametre), se recomandă a se folosi valorile din tabela 4. Dacă nu este îndeplinită această condiţie, se vor folosi valorile din tabela 5.

Studiul curgerii jetului plan pe baza teoriei Prandtl-Görtler nu se dă în lucrare deoarece relaţiile obţinute conţin funcţii hiperbolice, care prezintă dificultăţi în practica de proiectare.

ORGANIZAREA BAZEI DE PRODUCȚIE A UNUI MARE TRUST DE CONSTRUCȚII-MONTAJ DIN U. R. S. S.

Prof. ing. RĂDUCANU CIOROIU, ing. NICOLAE BOGDAN

Orașul Cerepoveț, situat la circa 600 km la nord de Moscova, este un puternic centru industrial în plină dezvoltare. Combinatul metalurgic, a cărui construcție a început acum 20 de ani, produce în prezent peste 5 milioane tone de oțel pe an și 8 milioane tone de fontă și se află în continuă creștere. Zona industrială a orașului cuprinde numeroase fabrici din domeniul industriei metalurgice și industriei chimice : un mare combinat metalurgic pentru producerea oțelului și a fontei, o fabrică de laminate de mare precizie pentru industria construcțiilor de mașini, o fabrică pentru producerea sîrmei de oțel (cu o suprafață totală de 125 000 m² hale industriale), o fabrică de îngrășăminte azotoase etc.

Construcția acestor importante obiective industriale este asigurată de Trustul de construcții CEREPOVEȚMETALURGSTROI, subordonat Ministerului Construcțiilor pentru Industria Grea (MINTEAJSTROI). Acest trust, cu un efectiv de 22 000 oameni, datorită volumului important de lucrări de construcții-montaj pe care-l realizează, este la ora actuală unul din cele mai mari trusturi de construcții din U.R.S.S. În anul 1970, trustul a realizat lucrări în valoare de 92 milioane ruble. Pentru anul 1971, planul de producție prevede un volum de lucrări de construcții-montaj de 119,2 milioane ruble, ca în anul 1975, acest volum să crească pînă la 130—140 milioane ruble anual.

Trustul dispune de o bază de producție foarte puternică și bine organizată, în care lucrează peste 4000 de oameni.

Ansamblul bazei de producție a trustului, a cărei suprafață depășește 200 ha, cuprinde în principal sectoarele de producție-construcții, instalații, mecanizare, transporturi auto și depozite de materiale de construcție.

Dintre unitățile care alcătuiesc sectorul de producție-construcții al bazei, menționăm : fabrica de prefabricate, fabrica de betoane, depozitul de ciment, poligonul de prefabricate, presa pentru confecționarea tuburilor de beton armat (pentru canalizare), stația de preparare a mortarelor, gospodăria de var, ateliere pentru fasonarea oțelului-beton, ateliere pentru confecționarea cofrajelor, fabrica de tîmplărie etc.

● **Fabrica de prefabricate** cu o capacitate de producție de circa 300 000 m³/an, lucrează în două schimburi a 8 ore (22 zile pe lună). Aici se realizează atît elemente prefabricate din beton armat, cît și elemente

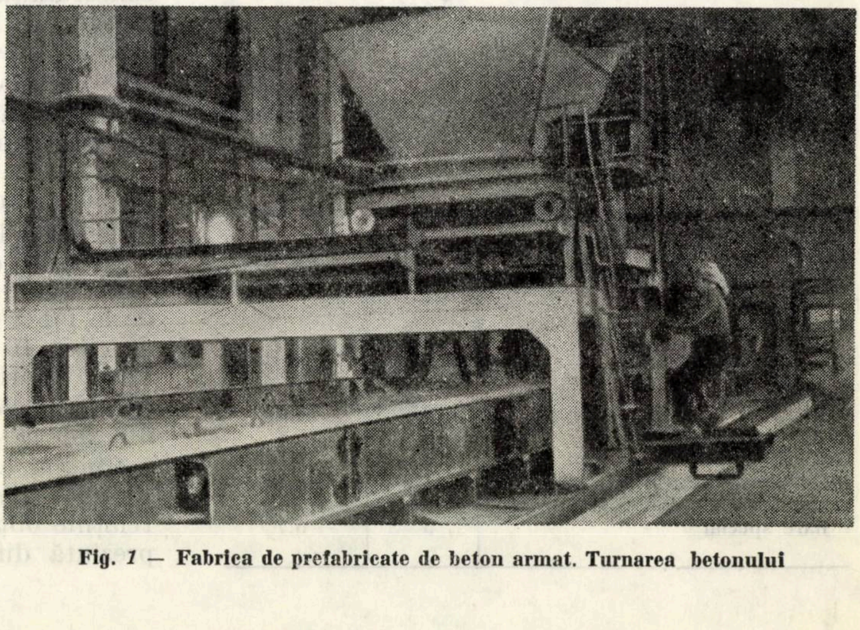


Fig. 1 — Fabrica de prefabricate de beton armat. Turnarea betonului

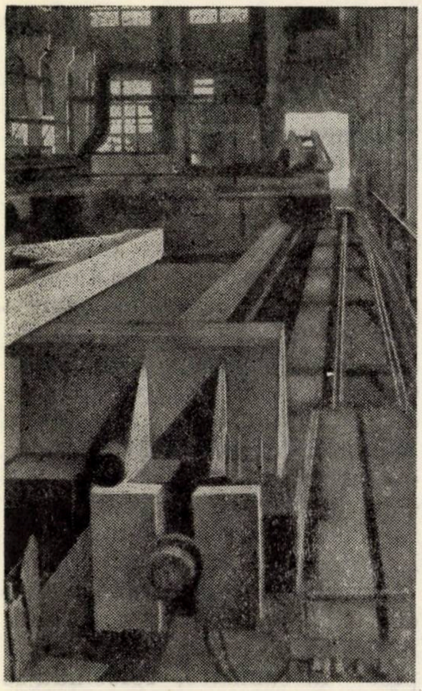


Fig. 2 — Confecționarea elementelor precomprimate de beton armat

precomprimate, de mari dimensiuni. Menționăm, în acest sens, fermele de 24 m deschidere, alcătuite din două elemente solidarizate prin postcomprimare. Betonul folosit este de marca B 400. O brigadă de 12 oameni, lucrînd în două schimburi, produce cinci asemenea ferme pe zi. Ferma, cîntărind 25 t, este manipulată cu ajutorul unui pod rulant a cărui capacitate este de 30 t.

Printre alte elemente precomprimate menționăm și chesoanele de acoperiș (12×3 m) și panourile pentru pereți separatori la hale industriale (lungime 12 m și lățime 1,2—1,8—2,4 m, greutate 6 t).

Fabrica este dotată cu camere de aburire automatizate, cu durate de 7—8 ore/ciclu.

● **Fabrica de beton,** cu o capacitate totală de producție de 500 000 m³ beton/an, în ipoteza de lucru în trei schimburi, a realizat în anul 1970 un volum total de 300 000 m³. Fabrica este echipată cu patru betoniere a 1200 l și alte două betoniere de rezervă și produce beton de diferite mărci, B 100—B 500, lucrînd pe bază de program. Betonul preparat este expediat cu ajutorul autobasculantelor de 1,5 m³ capacitate.

Fabrica este deservită de un depozit propriu de ciment, alcătuit din cinci silozuri cilindrice de beton armat, avînd capacitatea de 500 t ciment fiecare. Depozitul primește 16—17 000 tone de ciment pe lună. Uneori, aprovizionarea cu ciment este neritmică, existînd și situații cînd depozitul de ciment al fabricii primește pînă la 1500—2000 tone ciment pe zi, însă capacitatea de descărcare este suficientă, depășind 700 t/schimb.

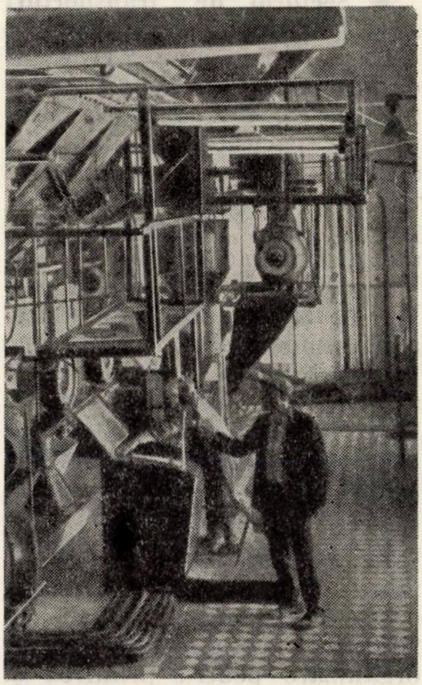


Fig. 3 — Fabrica de beton. Tabloul de comandă pentru dirijarea producției

● **Depozitul de ciment al bazei de producție,** alcătuit din 11 silozuri mari (8×800 t + 3×1000 t), avînd o capacitate totală de 9 400 t ciment. Este de remarcat instalația complet automatizată pentru însilozarea cimentului : vagoanele de ciment (capacitate 60 t) vin într-o cameră specială unde cimentul este descărcat automat și expediat pe cale pneumatică la siloz. Întreaga instalație este deservită de numai patru muncitori.

● **Presa pentru confecționarea tuburilor de beton armat pentru canalizare.** Instalația, amplasată în aer liber, realizează tuburile prin turnare verticală, fără presiune. Tuburile au diametre de 1000—1200 mm, lungimea 3 500 mm și grosimea de 100 mm. Ritmul de realizare a tuburilor este de 2 tuburi/oră, respectiv 14 tuburi într-un schimb de 7 ore.

● **Poligonul de prefabricate de beton armat,** deservind unele nevoi speciale ale trustului, este de capacitate mai mică, din cauza condițiilor atmosferice caracteristice acestei regiuni.

● **Atelierele pentru fasonarea oțelului-beton** necesar elementelor de beton armat sînt alcătuite din mai multe hale spațioase, dotate cu utilaje perfecționate pentru confecționarea armăturilor. Ca procedeu pentru tensionarea armăturilor se folosește procedeul electrotermic.

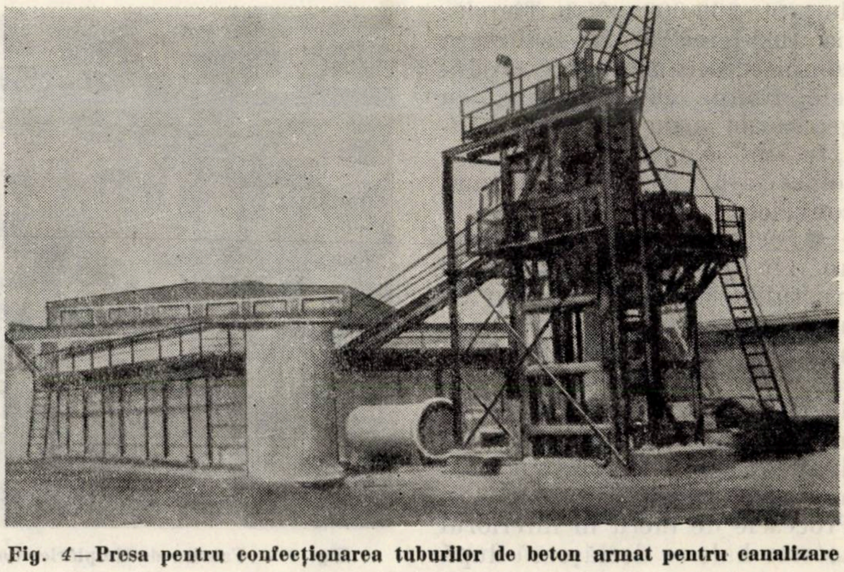


Fig. 4 — Presa pentru confecționarea tuburilor de beton armat pentru canalizare

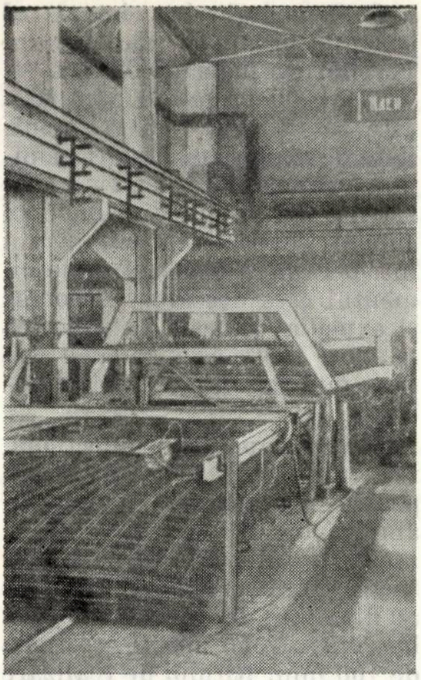


Fig. 5.— Atelierul pentru confecționarea armăturilor prin procedeul sudării prin puncte

● **Fabrica de tîmplărie și de confecționare a cofrajelor** este alcătuită dintr-un grup de hale, în care se desfășoară procesele de debitare și pregătire a lemnăriei, confecționarea tîmplăriei (uși-ferestre) și confecționarea cofrajelor și tiparelor necesare (tiparele metalice se confecționează într-o fabrică specială). Debitarea lemnăriei are loc în hale speciale, dotate cu utilajele cele mai perfecționate (gatere, mașini de grosime, mașini de rindeluit, burghie mecanice, circulare, freze etc.) și avînd o capacitate de debitare de peste 200 000 m³/an. Tîmplăria (uși-ferestre) se realizează complet mecanizat, iar produsele finite, gata vopsite, cu geamurile și cu feroneria montate sînt evacuate pe cale automatizată, cu ajutorul unui conveier.

● **Sectorul de mecanizare** este un alt sector important al trustului. Trustul este dotat cu un mare număr de utilaje și mașini de construcții (110 excavatoare, 60 screpere, 80 buldozere și altele). Sectorul de mecanizare este alcătuit din diverse hale pentru repararea macaralelor, excavatoarelor etc. Procesele de lucru în interiorul acestor hale se desfășoară după sistemul reparațiilor profilactice (sistem RPP). Cei 400 de salariați care compun acest sector lucrează 5 zile pe săptămînă în schimburi de cîte 8 ore. Cînd planul nu poate fi realizat se lucrează și sîmbăta, însă plata este majorată cu 100%. Sectorul este dotat și cu o turnătorie proprie, în care se realizează toate piesele de schimb necesare atît pentru consumul propriu, cît și pentru utilajele din dotarea altor ministere și organizații de construcții.

● **Sectorul de transporturi auto.** Trustul dispune de circa 1500 autocamioane ZIL 585, cu capacitatea de 11 t. Printr-o modificare, de concepție proprie, capacitatea volumetrică a cutiei basculantei este mărită. Sectorul cuprinde secții de reparații auto, întreținere auto, alimentare cu combustibil și lubrifianți, zone de parcare etc. Din cauza numărului lor mare, autocamioanele sînt parcate pe timpul nopții în aer liber, cu apa scoasă din radiatoare pe timp de iarnă. Dimineața, înainte de pornirea motoarelor, se toarnă apă caldă în radiatoare.

● **Sectorul de depozite de materiale de construcție** ocupă o suprafață importantă din teritoriul bazei. Depozitele sînt organizate pentru primirea și depozitarea tuturor tipurilor de materiale, de piese și elemente necesare activității trustului. Zilnic, peste 500 vagoane de cale ferată transportă materialele necesare. Sectorul de depozite mai este deservit și de transporturi auto și fluviale, fiind amplasat pe malul rîului Sehsna.

O parte importantă a suprafețelor de depozitare este prevăzută pentru rezervele de agregate pentru betoane (circa 700 000 m³/an). Agregatele sosesc cu șlepurile autopropulsate, de la o distanță de circa 160 km, de la bazinul de acumulare Rîbinsk. Pentru lucrările de încărcare-descărcare, depozitul este dotat cu două mari macarale portuare și cu două dragline de mare capacitate.

Transporturile și manipulările de materiale de construcție în interiorul depozitelor sînt complet mecanizate, folosindu-se utilaje adecvate.

Considerăm că prezintă interes modul în care este rezolvată problema manipulării și transportului cărămizilor. Astfel, întreaga cantitate de cărămizi, folosită pentru executarea unor pereți despărțitori la halele industriale, se transportă prin paletizare, pe tot circuitul fabrica de cărămizi-șantier (fig. 7). Cărămizile sînt așezate, la fabrică, cu o înclinare de 45°, după sistemul *în spic*, pe o paletă de lemn. Așezarea *în spic* este de natură să asigure o mai bună îndesare și nedeformabilitate a pachetului de cărămizi. Manipularea pachetului de cărămizi, cuprinzînd 400 de bucăți,

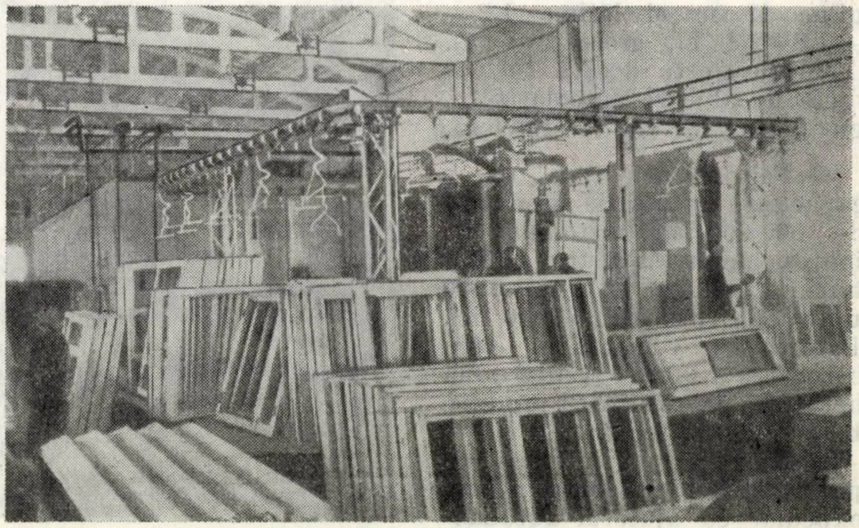


Fig. 6 — Fabrica de tîmplărie. Conveierul automat pentru uși și ferestre

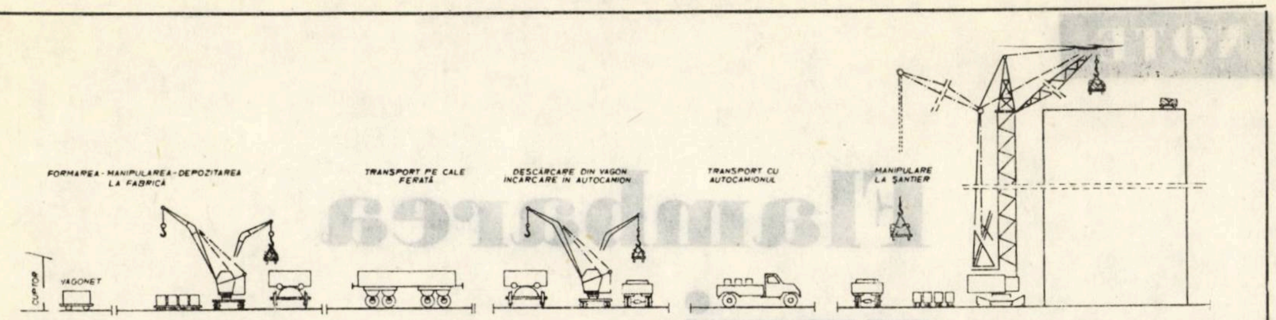


Fig. 7 — Transportul şi manipularea cărămizilor, prin paletizare, pe întregul circuit fabrica de cărămizi-şantier (loc de muncă).

se face cu ajutorul automacaralelor, pachetul fiind suspendat de cîrligul macaralei prin intermediul unor chingi (fig. 8).

Din cele constatate şi din discuţiile purtate cu tehnicienii sovietici rezultă că aplicarea acestei metode pentru manipularea şi transportul cărămizilor prezintă o deosebită eficienţă economică, cu multiple avantaje, dintre care menţionăm : reducerea cheltuielilor de transport şi de manipulare, a duratei de depozitare a cărămizilor, a duratei de încărcare-descărcare în şi din mijloacele de transport, a numărului de cărămizi sparte. Importante efecte economice au avut şi reducerea numărului de muncitori pentru procesele respective, mărirea rulajului mijloacelor de transport şi — în final — creşterea productivităţii muncii lucrătorilor din transporturi şi a celor din echipele de zidari.

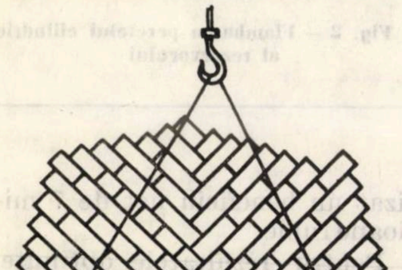


Fig. 8 — Manipularea şi transportul cărămizilor prin metoda paletizării, cu cărămizile dispuse ***în spic***

Sîntem de părere că metoda prezintă interes şi merită a fi studiată în vederea introducerii ei în ţara noastră.

Toate piesele şi elementele metalice necesare producţiei trustului sînt realizate de fabrica de confecţii metalice (METALOCONSTRUCŢIA). Această fabrică depinde de Ministerul pentru Montajul Construcţiilor Speciale. Capacitatea de producţie a fabricii este de 70 000 t/an confecţii metalice. O parte din această capacitate (40%) este folosită pentru a acoperi necesităţile de construcţii ale zonei industriale Cerepoveţ, iar restul (60%) serveşte pentru construcţiile din nordul îndepărtat şi pentru export.

Fabrica de confecţii metalice, alcătuită din 12 hale cu deschiderea de 30 m şi cu lungimi de 96, 120, 132 m (suprafaţă totală 37 000 m^2) a fost construită în numai 2 ani. Lucrează cu un efectiv total de 1100 oameni, din care 700 muncitori. Producţia globală a fabricii se ridică la 13 milioane ruble pe an, reprezentînd diverse elemente metalice, în special pentru obiective industriale, cum ar fi cuptoare, construcţii pentru chimie (stîlpi, ferme, arce, poduri rulante etc.), construcţii pentru transportul gazelor (conducte sudate), rezervoare metalice sudate, suporturi pentru linii electrice aeriene, confecţii metalice pentru construcţii civile mari (carcase sudate) şi diverse elemente metalice pentru export (15% din producţia fabricii) în Iran, Yemen şi Iugoslavia.

Pentru realizarea produselor sale, fabrica foloseşte profile metalice produse în uzinele din Urali şi tablă (90% din producţia proprie a combinatului din Cerepoveţ şi 10% fabricată în Ucraina). Se folosesc 10 mărci diferite de oţel. În depozitele fabricii se află rezerve de metal pentru o producţie de 2 1/2 luni.

Fabrica de confecţii metalice este înzestrată cu utilajele cele mai moderne : maşini de tăiat foi de tablă cu grosimi pînă la 100 mm, macarale magnetice cu capacitatea de ridicare de 20 t etc. De asemenea, se aplică procedeele tehnologice cele mai noi,controlul sudurilor cu raze γ şi prin metode ultrasonice etc.

★

Existenţa, în cadrul trustului de construcţii, a unei puternice baze de producţie a permis, pe de o parte, realizarea în condiţii de eficienţă economică deosebită a marelui volum de construcţii-montaj prevăzut în planuri, iar pe de altă parte, a asigurat condiţiile în vederea aplicării unor procedee tehnologice avansate. Este suficient să menţionăm faptul că, pe ansamblul lucrărilor, gradul de prefabricate în condiţii industriale, realizat de trustul din Cerepoveţ, este de 85%, ceea ce poate fi considerat ca un indicator avantajos.

Pentru perioada care urmează, conducerea trustului intenţionează să dezvolte şi să-şi perfecţioneze baza de producţie. Se prevede extinderea capacităţilor existente şi crearea unor noi capacităţi de producţie, cum ar fi atelierul de reparaţii auto, garaje, un combinat pentru construcţii de locuinţe, centrală de mortar, atelier pentru confecţionarea armăturilor (capacitate 9000 t) etc.

NOTE

Flambarea unui rezervor

Ing. **Cornel Oprişlu**
Întreprinderea construcţii căi ferate Cluj

Cu ocazia construirii unor rezervoare în depoul Cluj s-a produs un fenomen de flambare a unui rezervor din cauza condiţiilor climatice.

Fenomenul a fost următorul. Sudarea completă a unuia din cele trei rezervoare de 1 000 m³ s-a terminat în jurul orei 12 în ziua de 8 septembrie 1967, cerul fiind senin, soare, iar temperatura aerului în jur de 30°C. Sudura nu a lăsat nici o comunicaţie între exterior şi interiorul rezervorului.

Spre seară, temperatura aerului, atît în interiorul rezervorului, cît şi în exterior, a scăzut, iar diferenţa de presiune a provocat flambarea tolelor rezervorului. În fotografiile alăturate sînt arătate rezervoarele înainte de flambare (fig. 1) şi flambarea peretelui cilindric la un rezervor (fig. 2)

Însemnînd cu V volumul rezervorului
cu p presiunea atmosferică
cu R constanta gazelor perfecte
cu T temperatura absolută

avem formula cunoscută

$$p \cdot V = R\ T = R\ (t^\circ + 273^\circ)$$

[t° = temperatura în °C].

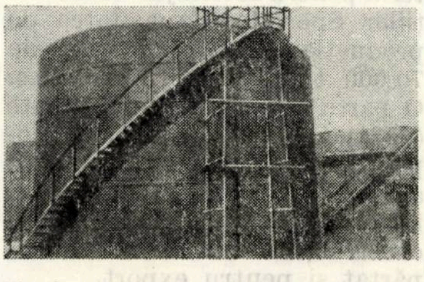


Fig. 1 — Rezervorul înainte de flambare

La ora 12, în 8 septembrie 1967., la Cluj $t^\circ = 27$°C

$$p\,V = R\ (273 + 27) = R\ 300 \quad (1)$$

La ora 4, în 9 septembrie 1967, la Cluj $t^\circ = 10$°C

$$p_1 V = R\ (273 + 10) = R\,283 \quad (2)$$

luînd $p = 10\,000$ kg/m² şi împărţind (1) cu (2) avem

$$p_1 = \frac{10\,000 \times 283}{300} = 9\,500 \text{ kg/m}^2$$

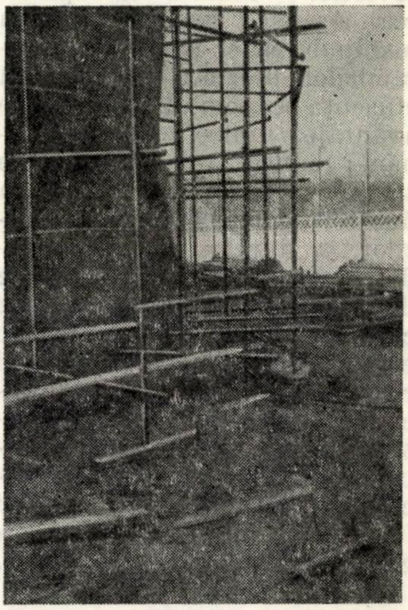


Fig. 2 — Flambarea peretelui cilindric al rezervorului

continuare din pag. 49

Prin extinderile şi crearea de capacităţi noi, ca şi prin îmbunătăţirea activităţii în toate sectoarele de lucru, se consideră că, la sfîrşitul cincinalului următor, actuala producţie valorică de 35 milioane ruble a bazei de producţie va creşte pînă la 60 milioane ruble anual.

După cum a rezultat din discuţiile purtate, Trustul de construcţii-montaj CEREPOVETMETALURGSTROI este o unitate puternică, preocupată în cea mai mare măsură de aplicarea unor procedee tehnice şi organizatorice la un nivel superior. Aceasta explică, de altfel, şi rezultatele favorabile obţinute. Începînd cu anul 1955, trustul a devenit o întreprindere rentabilă, înregistrînd de la an la an reduceri tot mai mari ale preţului de cost faţă de deviz (1966 : 8,77 % ; 1967 : 11,77 % ; 1968 : 12,95 % ; 1969 : 13,83 % şi 1970 ; 15,5 %). În cincinalul trecut, trustul a realizat un beneficiu net de 7 milioane ruble.

Pentru rezultatele obţinute, trustul a fost distins cu Ordinul Lenin.

Considerăm că numeroase din realizările şi concepţiile organizatorice ale Trustului de construcţii-montaj din Cerepoveţ ar putea prezenta interes pentru a fi studiate în vederea aplicării şi la noi a acelor măsuri care ar asigura eficienţa scontată

deci o scădere a presiunii de 5%, respectiv 500 kg/m².

Această presiune este echivalentă cu 10 saci de ciment pe fiecare m².

Deformarea s-a produs astfel ca volumul rezultat să aibă un volum cu 5% mai mic. Deci 50 m³.

Din releveul deformaţiilor rezultă într-adevăr aproximativ aceasta (fig. 3):

$$12 \times 3{,}14 = 38\,; \frac{2}{3}\,38 = 25 \text{ cm}$$

$$V_1 = \frac{25 \times 0{,}30}{2} \times \frac{6}{2} \cong 11{,}20 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{0{,}50 \times 6 \times 6}{2} \cong 9{,}00 \text{ m}^3$$

$$V_1 + 3\ V_2 = 38{,}20 \cong 40 \text{ m}^3.$$

Deci se apropie de volumul teoretic de 50 m³.

Cazul acestui rezervor se încadrează în cazul flambajului plăcilor cilindrice sub acţiunea combinată a solicitărilor axiale şi presiunii laterale uniforme.

În acest caz formula simplificată este:

$$q_{cr} = \frac{Eh}{a} \cdot \frac{1}{n^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{\pi a}{l}\right)^2} \left\{ \frac{1}{\left[n^2\left(\frac{l}{\pi a}\right)^2 + 1\right]^2} + \frac{h^2}{12a^2(1 - V^2)} \left[n^2 + \left(\frac{\pi a}{l}\right)^2\right]^2 \right\}$$

Cu ajutorul graficului din teoria stabilităţii elastice* se determină $n = 12$.

Pentru $\nu = \frac{1}{6}$; $h = 0{,}6$ cm ; $a = 600$ cm ; $l = 880$ cm rezultă :

$$q_{cr} = \frac{2\,100\,000 \cdot 0{,}6}{600} \cdot \frac{1}{144 + \frac{1}{2}\left(\frac{3{,}14 \cdot 600}{880}\right)^2} \left\{ \frac{1}{\left[144\left(\frac{880}{3{,}14 \cdot 600}\right)^2 + 1\right]^2} + \frac{0{,}6^2}{12.600^2\left(1 - \frac{1}{36}\right)} \left[144 + \left(\frac{3{,}14 \cdot 600}{880}\right)^2\right]^2 \right\} = \frac{21\,000 \cdot 0{,}6}{6 \cdot 146{,}9} \left\{ \frac{1}{1025} + \frac{0{,}36}{4\,200\,000}\,(148{,}6)^2 \right\} = 14\left(\frac{1}{1025} + \frac{0{,}8}{420}\right) = 14 \cdot 0{,}00288 = 0{,}04 \text{ kg/cm}^2,$$

respectiv *400 kg/m²*, valoare inferioară celei reale.

De menţionat că prin faptul că rezervorul are o scară montată, care solidariza o parte din cilindru şi că, pe de altă parte, rezervorul are un stîlp interior, fenomenul, în ce priveşte deformaţia, nu este exact cel socotit în calcul.

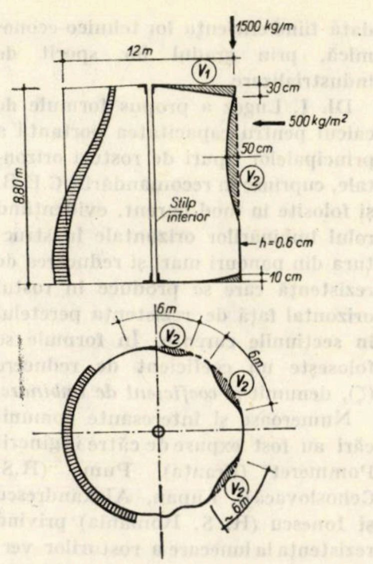


Fig. 3 — Releveul deformaţiilor

Bineînţeles că redresarea rezervorului s-a executat fără dificultăţi. Am dat această notă ca un caz interesant din care rezultă că, în procesul tehnologic de sudură este de foarte mare importanţă menţinerea unei comunicaţii continue între exterior şi interiorul rezervorului, pentru a se evita astfel de surprize neplăcute.

* **Timoshenko Stephen P., Gere James M.**: *Teoria stabilităţii elastice*. Editura tehnică, 1967, fig. 11.23, pag. 514

R E V E N I R E

Autorul notei „INFLUENŢA AGREGATELOR ASUPRA CALITĂŢII BETOANELOR", publicată în nr. 1/1971 al revistei noastre, ne atrage atenţia asupra faptului că am omis indicarea sursei de informare care a stat la baza notei. Redacţia îşi face datoria din a rectifica această omisiune arătînd că sursa a fost CEMENT BULLETIN nr. 2/1965.

CRONICA

SIGURANŢA CLĂDIRILOR CU PEREŢI PORTANŢI

Şedinţa Comisiei C.I.B. W23A

Iaşi, 7—10 sept. 1970

Între 7 şi 10 septembrie 1970 s-au desfăşurat la Iaşi lucrările Comisiei W 23 A *„Securitatea structurilor cu pereţi portanţi"* din cadrul Consiliului Internaţional al Clădirilor (C.I.B.), prezidată de recunoscutul specialist pe plan mondial în domeniul construcţiilor din prefabricate de beton, prof. B. Lewicki (R.P. Polonă). Organizarea lucrărilor a fost asigurată de Facultatea de construcţii din Institutul politehnic Iaşi şi filiala ÎNCERC Iaşi, în colaborare cu I.S.A.R.T.

Printre membrii comisiei participanţi la conferinţă se menţionează profesorii : Sahlin (Suedia), cu cercetări valoroase privind interacţiunea pereţilor cu planşeele, Macchi (Italia), Negoiţă (R. S. România) şi inginerii : Lugez şi Pommeret (Franţa), Olesen (Danemarca), Motteu (Belgia), Pume (R.S. Cehoslovacă), Lissai şi C. Ionescu (R. S. România). Au participat, de asemenea, ca invitaţi cadre didactice din Facultatea de construcţii Iaşi şi cercetători din filiala ÎNCERC Iaşi.

În lucrările comisiei, conduse succesiv de prof. A. Negoiţă, prof. S. Sahlin, prof. G. Macchi, ing. Lugez şi prof. B. Lewicki, s-au analizat patru teme deosebit de importante pentru siguranţa pereţilor portanţi, legate de elaborarea de texte de recomandări sau de prezentarea unor probleme importante, prin sintetizarea tuturor cunoştinţelor actuale ale ştiinţei şi tehnicii construcţiilor şi, în primul rînd, a lucrărilor simpozionului internaţional organizat de Comisia C.I.B. — W 23 A la Varşovia în 1969.

În cadrul temelor I *Siguranța structurilor* și IV *Recomandări pentru structuri de zidărie* au fost dezbătute problemele legate de stabilirea recomandărilor pentru proiectarea structurilor cu pereți portanți din zidărie (produse ceramice sau blocuri de beton), pe baza metodei semiprobabilistice a stărilor limită, prin asemănare cu metoda stabilită de C.E.B. — F.I.P. pentru structurile de beton, beton armat și beton precomprimat. Într-un raport separat, prof. Macchi a făcut o expunere originală și clară a principiilor de siguranță probabilistică a structurilor din zidărie, evidenți ind valorile mult diferite pentru coeficienții de siguranță utilizați în diverse țări, datorită, în primul rînd, împrăștierii mari a calității materialelor, a rezistenței pereților și a sarcinilor.

Se poate menționa interesul sporit în ultimul timp pentru zidăriile tradiționale, din produse ceramice și blocuri de beton, mai ales ușoare, a căror eficiență tehnico-economică a crescut în unele țări (Anglia, Elveția, Statele Unite etc.), ceea ce se poate evidenția prin construcțiile spectaculoase realizate din zidărie, cu procedee tehnologice și sisteme constructive noi și prin manifestările științifice internaționale organizate în domeniul zidăriilor (S.U.A. — Texas, Anglia — Keele etc.).

În cadrul temei *Siguranța structurilor cu pereți portanți* (tema I), prof. Bohdan Lewicki a prezentat un raport preliminar, deosebit de interesant și actual, privind măsurile de prevenire a distrugerii în lanț (prăbușirii progresive) a clădirilor din panouri mari, pentru a se evita accidente asemănătoare celui de la Ronan Point (Anglia), unde o parte a unei clădiri de 22 etaje din panouri mari s-a prăbușit în urma unei explozii de gaz produsă la al 18-lea etaj. Măsurile propuse, elaborate pe baza analizei critice a diverselor prescripții naționale redactate în ultimul an (scandinave, sovietice, engleze etc.), cu completările necesare, urmăresc localizarea strictă a pagubelor și evitarea extinderii lor, prin perfecționarea conformării spațiale a structurii, față de soluțiile a căror sensibilitate este plastic exprimată în recomandările C.E.B. prin compararea cu cea a unui „castel de cărți de joc".

În cadrul temelor II și III s-a analizat comportarea clădirilor din panouri mari la încărcări verticale și orizontale și, în detaliu, dimensionarea și alcătuirea constructivă a îmbinărilor verticale și orizontale. Utilizarea clădirilor din panouri mari se extinde în Europa și, în ultimul timp, și în Statele Unite ale Americii, dată fiind eficiența lor tehnico-economică, prin gradul lor sporit de industrializare.

Dl. I. Lugez a propus formule de calcul pentru capacitatea portantă a principalelor tipuri de rosturi orizontale, cuprinse în recomandările C.E.B. și folosite în mod curent, evidențiind rolul îmbinărilor orizontale în structura din panouri mari și reducerea de rezistență care se produce în rostul orizontal față de rezistența peretelui în secțiunile curente. În formule se folosește un coeficient de reducere (ζ), denumit și *coeficient de îmbinare*.

Numeroase și interesante comunicări au fost expuse de către inginerii Pommeret (Franța), Pume (R.S. Cehoslovacă), Lupan, Alexandrescu și Ionescu (R. S. România) privind rezistența la lunecare a rosturilor verticale ale panourilor mari coplanare, care este funcție de calitatea și marca betonului, de modelarea suprafețelor marginilor panourilor, de cantitatea, calitatea și tipul de armare folosit. Dl. Pommeret a atras atenția asupra avantajelor rosturilor *organizate*, prevăzute cu armături și avînd suprafețe profilate pe marginile panourilor, față de rosturile netede sau nearmate, privind preluarea eforturilor de lunecare.

Concluziile și formulele propuse de dnii Pommeret și Pume constituie o rezolvare actuală a problemei capacității portante a îmbinărilor verticale, fiind însă necesare cercetări în continuare; grupul de lucru alcătuit din ing. P. Pume (raportor), M. Pommeret și C. Ionescu (membri) va urmări în continuare desfășurarea acestei acțiuni.

Prof. S. Sahlin a analizat sintetic cunoștințele actuale privind posibilitățile de calcul al pereților subțiri, din zidărie simplă nearmată, solicitați de sarcini orizontale predominante, cu ajutorul teoriei elasticității aplicată la plăci subțiri anizotrope. De asemenea, a expus soluțiile tehnice utilizate în Suedia pentru pereții de subsol din prefabricate de beton celular autoclavizat, solicitați de împingerea pămîntului.

Ing. F. Lissai a expus o metodă de calcul la forțe orizontale a clădirilor cu pereți portanți din zidărie, întărită cu elemente din beton armat (stîlpi) și utilizată, în țara noastră, în proiectele tip.

În cadrul aceleiași teme, prof. A. Negoiță a prezentat problema comportării seismice a clădirilor cu pereți portanți, devenită deosebit de complexă o dată cu tendința de sporire a înălțimii clădirilor din diafragme de beton armat monolit și a clădirilor din panouri mari. În raport s-au discutat principalele aspecte noi privind:

1. Caracteristicile mecanice ale materialelor pentru pereți, care influențează comportarea lor seismică și a structurilor: rezistențele mecanice (tracțiune, forfecare, eforturi unitare principale etc.), rezistența la oboseală pentru un număr limitat de cicluri repetate (circa 1 000) și cu viteze mici de încărcare (100—300 cicluri pe minut), denumită *low-cycled endurance* (rezistența la oboseală la ciclu redus de solicitări), absorbția de energie și ductilitate etc.

2. Determinarea eforturilor interioare (N, T, μ), cu ajutorul studiilor teoretice și al cercetărilor experimentale, mai ales în ipoteza conlucrării spațiale pentru clădirile cu mai multe niveluri.

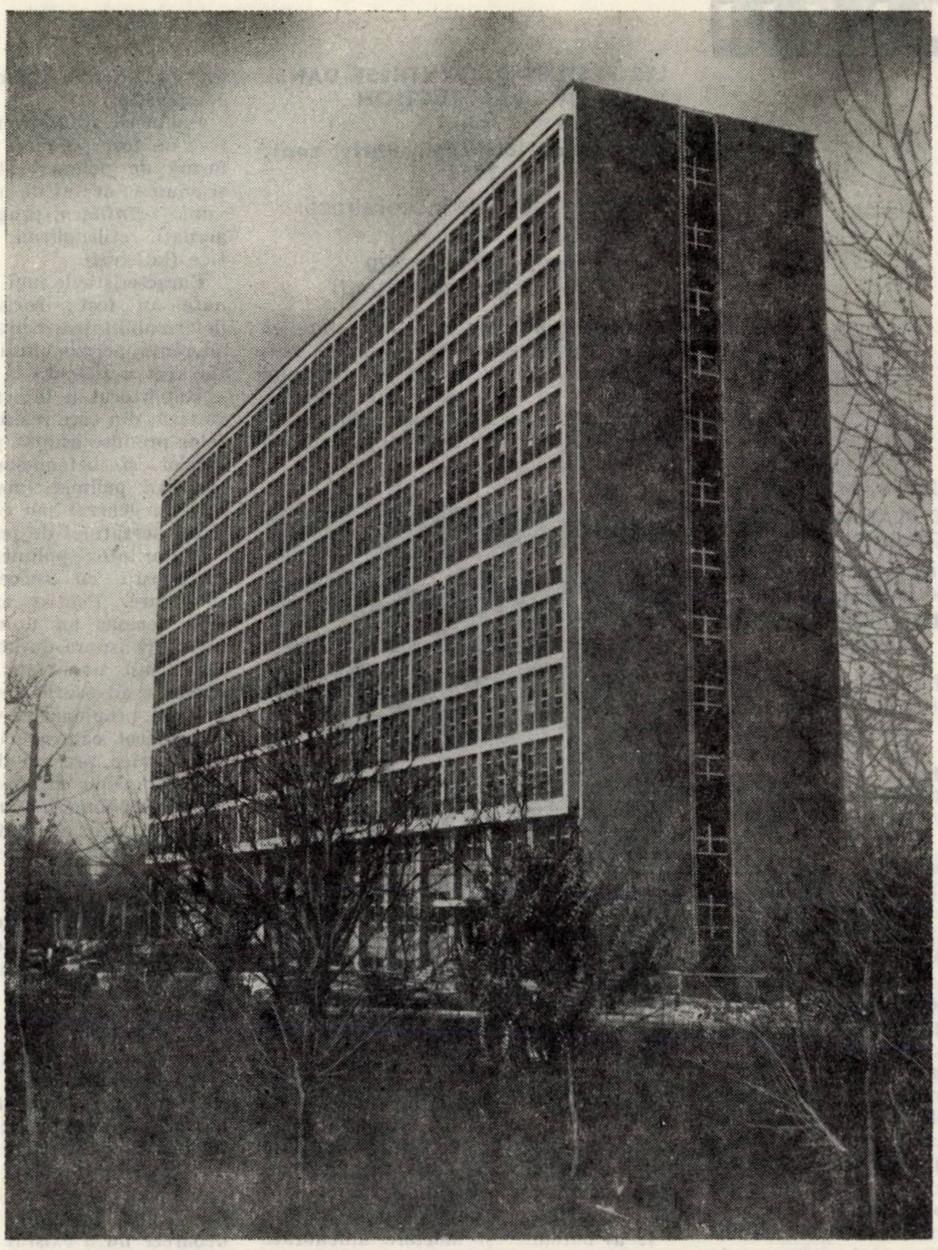
În raport s-au tratat atît clădirile cu pereți portanți din zidărie (tradițională; cu produse ușoare, ceramice sau din beton, cu diferite procedee de armare; întărită cu stîlpi de beton armat sau cu armătură etc.) utilizați în ultimul timp în regiunile seismice din U.R.S.S., Statele Unite ale Americii, Japonia, India, Noua Zeelandă, R.S. România, cît și clădirile cu pereți portanți din beton, în special clădirile din panouri mari, pentru care s-au analizat și noile date privind determinarea sarcinilor seismice.

Problema comportării seismice a clădirilor cu pereți portanți urmează a fi studiată, în cadrul Comisiei C.I.B. — W 23 A, de către un grup separat, prof. A. Negoiță fiind rugat a păstra legătura cu Asociația Internațională de Inginerie Seismică (I.A.E.E.) ca reprezentant al Comisiei C.I.B. — W 23 A.

Reuniunea de la Iași poate fi considerată ca deosebit de importantă și rodnică prin activitatea depusă și rezultatele obținute pe linia politicii actuale a C.I.B. de a grăbi elaborarea de recomandări practice pentru proiectarea și executarea clădirilor de locuit, în această direcție putîndu-se menționa: Recomandările pentru calculul și execuția structurilor din zidărie portantă, ca și pentru calculul și alcătuirea constructivă a îmbinărilor verticale și orizontale, precum și măsurile de prevenire a prăbușirii progresive a clădirilor din panouri mari. De asemenea, s-a precizat activitatea viitoare, una din principalele preocupări ale comisiei fiind comportarea clădirilor cu pereți portanți la acțiunea sarcinilor orizontale (accidentale, șocuri, explozii etc. legate de siguranța structurilor la prăbușire progresivă, seisme și vînt).

La încheierea lucrărilor, prof. B. Lewicki a exprimat, în numele tuturor membrilor străini ai comisiei, cele mai vii mulțumiri pentru excelenta organizare a întrunirii și pentru calda ospitalitate oferită participanților la reuniune.

Prof. ing. **A. Negoiță**
Facultatea de construcții Cluj



Noul sediu al Institutului de studii şi proiectări energetice din Bucureşti

CET Oradea

RECENZII

M. V. Soare, A. Pîrvu, M. Dinulescu

REȚELE SPAȚIALE PLANAR PĂTRATE DIAGONALE

Planșe cu coeficienți pentru calculul eforturilor și săgeților

Ap. Studii și cercetări INCERC, nr. 1/1971
5 fig., 65 planșe

Colecția de *Studii și cercetări INCERC* și-a început apariția pe anul 1971 cu broșura din seria *Construcții metalice*. Întreaga broșură este dedicată unei singure lucrări :**Planșe cu coeficienți pentru calculul eforturilor și săgeților.**

Rețelele spațiale planare din metal au fost studiate mai mulți ani în cadrul INCERC și lucrarea de față reprezintă o importantă valorificare prin punerea la îndemîna inginerilor proiectanți a unor valori numerice utilizabile direct.

Teoria care stă la baza elaborării planșelor de proiectare a fost expusă de către primul dintre autori într-un articol publicat în paginile acestei reviste (vezi nr. 8/1970, p. 423—440).

Studiul de care ne ocupăm conține un text introductiv în care se prezintă: geometria structurii spațiale, condițiile de rezemare și de indeformabilitate geometrică, ipotezele de calcul, relațiile generale de calcul și indicații pentru utilizarea planșelor.

Expresiile eforturilor în bare și ale săgeților reacțiunilor sînt prinse sub forma produsului dintre un factor dimensional și un coeficient numeric a cărui valoare se citește din cele 65 planșe anexe.

Parametrii avuți în vedere, și anume conturul pătrat cu $8 \times 8 - 21 \times 21$ piramide și conturul dreptunghiular cu raportul laturilor 7/6, 6/5, 5/4, 4/3 și 3/2 acoperă, după părerea recenzentului, toate necesitățile de proiectare.

Înălțimea rețelei (distanța dintre cele două fețe) și rigiditățile axiale ale celor trei tipuri de bare pot fi variate după voie.

O inovație a autorilor și a redacției INCERC o constituie redactarea textului în trei limbi (română, engleză și rusă), prezentat în trei coloane paralele. În felul aceata se va asigura o mai largă circulație a acestei valoroase lucrări și o mai largă difuzare a cercetărilor științifice românești în domeniul mecanicii construcțiilor.

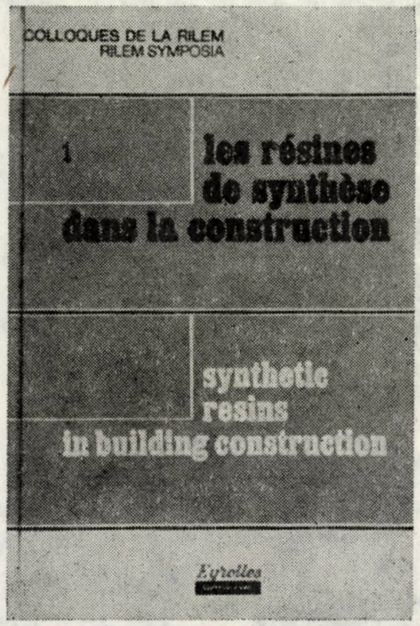
Ing. **Mihai Simoniei**
INCERC

LES RÉSINES DE SYNTHÈSE DANS LA CONSTRUCTION
vol. I
Colloque de la RILEM, Paris, sept. 1967

Rășinile sintetice în construcții
vol. I

Paris, Eyrolles. 1970
XXXVI–476 pag., cu ilustrații

Volumul intitulat „Rășinile sintetice în construcții" cuprinde rezultatele ultimelor cercetări efectuate în domeniul mortarelor și betoanelor cu polimeri, prezentate în cadrul colocviului internațional RILEM, organizat în septembrie 1967 la Paris.



În acest volum au fost incluse lucrările privind una din cele trei teme care au făcut obiectul colocviului și care, pentru sistematizare, a fost subîmpărțită în :

I. a) betoane și mortare ameliorate prin adaos de rășini ;

I. b) betoane și mortare pe bază de rășini, fără ciment.

Pentru fiecare din cele două subteme sînt prezentate în ordine succesivă :

— rezumatele lucrărilor încadrate în subtema respectivă ;

— raportul general de sinteză, în care materialul este sistematizat pe baza anumitor criterii și la sfîrșitul căruia raportorul trage o serie de concluzii, ca urmare a analizării cercetărilor considerate ;

— discuțiile ce au avut loc în cadrul colocviului pe baza raportului prezentat ;

— expunerea lucrărilor de cercetare ale participanților.

În raportul general de sinteză privind tema I. a : *Betoane și mortare ameliorate prin adaos de rășini* sînt expuse rezultatele cercetărilor prezentate în 17 lucrări, grupate în scopul stabilirii unei eficiențe a polimerilor pe baza comparării caracteristicilor mortarelor cu polimeri față de ale mortarelor martor fără polimeri și a comparării performanțelor mortarelor cu diferite tipuri de polimeri în compoziție.

Polimerii studiați în lucrările respective au fost polimeri termoplastici, sub formă de polimeri stabili sau emulsii, și anume : acetat de polivinil, clorură de vinil — *viniliden*, propionat de polivinil, acrilați, etilenglicoli, cauciucuri sintetice (latexuri).

Caracteristicile mai importante examinate au fost : rezistențele mecanice, deformabilitatea, contracția și umflarea, aderența, permeabilitatea la apă, absorbția apei, rezistența la uzură și șoc.

Raportorul a întocmit un tablou de sinteză, din care rezultă influența diferitelor produse asupra proprietăților mortarelor și betoanelor, în funcție de raportul polimer/ciment (între 0,10... 0,20 în general sau chiar sub 0,015, în cazul acetatului de polivinil).

Majoritatea polimerilor studiați pot fi folosiți cu succes pentru lucrări interioare. Pentru aplicații exterioare este necesar un număr mai mare de încercări asupra durabilității mortarelor. Din acest punct de vedere apar mai eficiente adaosurile pe bază de : clorură de vinil, propionat de vinil, esteri acrilici, etilenglicol, cauciucuri acrilice sau stiren butadienice, precum și cloroprenul.

Ca domeniu de aplicare pentru aceste tipuri de polimeri se recomandă : pardoseli, mortare aderente pentru fixarea plăcilor termice, reparații ale lucrărilor din beton etc.

În cursul discuțiilor purtate cu privire la conținutul raportului s-au pus o serie de întrebări interesante legate de anumite probleme care apar în cursul aplicării mortarelor cu adaos de polimeri, și anume :

— posibilitatea de folosire a acestor materiale la temperaturi ridicate ;

— diferența dintre contracția liberă și cea frînată (dirijată) trebuie legată de problemele practice, în care apar în general contracții dirijate ;

— majoritatea prețului mortarelor și betoanelor prin adaosul costului polimerului a fost puțin luată în considerare, deoarece nu a existat o legătură strînsă între cercetători și producție ; cercetătorul oferă rezultatele cercetării, care în general reprezintă un progres față de soluțiile existente, și urmează ca alte persoane să hotărască dacă aceste rezultate pot fi aplicate în practică în mod rentabil. Acest sistem nu este eficient și se recomandă o colaborare permanentă între cercetare și producție.

În concluzie, s-a constatat că deși cercetările făcute asupra mortarelor cu adaos de polimeri au fost numeroase și interesante, a apărut ca necesară continuarea studiilor asupra durabilității mortarelor și betoanelor pentru a avea siguranța unei comportări bune în exploatare. Ca urmare, în scopul propus, se vor folosi cele două posibilități de care se dispune : expunere naturală de lungă durată și încercări accelerate.

În raportul general privind tema I.b : *Betoane și mortare fără ciment* sînt expuse pe scurt rezultatele cercetărilor efectuate asupra diferitelor tipuri de rășini folosite ca lianți în compoziția mortarelor și betoanelor.

Prima parte a raportului tratează influența compoziției amestecurilor asupra caracteristicilor fizico-mecanice, iar în restul expunerii sînt cuprinse date privind :

— influența apei introduse neintenționat în amestec, asupra proprietăților mortarelor și betoanelor ;
— metodele de studiu adoptate ;
— posibilități de utilizare în practică a materialelor considerate ;
— durabilitatea betoanelor.

În capitolul privind *influența compoziției* au fost tratate influența rășinii, umpluturii, agenților de întărire și au fost apreciate performanțele în funcție de condițiile mediului de păstrare.

Au fost studiate mortare și betoane cu diferite tipuri de rășini cu rol de liant (fără ciment), și anume : rășina epoxidică, poliesterică, poliuretanică, furanică, folosindu-se agregate (nisip 0...7 mm) în proporție de 10...400% în funcție de vîscozitatea rășinii și granulozitatea agregatului.

S-a stabilit că valorile anumitor caracteristici ca : deformabilitatea, coeficientul lui Poisson, variațiile de volum, coeficientul de dilatare termică, rezistența la întindere din încovoiere, sînt influențate de cantitatea de agregat din compoziție.

Pentru urmărirea durabilității s-a urmărit evoluția rezistențelor mecanice și a modulului de elasticitate în condiții de păstrare diferite : — 20°C, + 20°C și +50°C, obținîndu-se indicații asupra flexibilității la rece și rigidității la temperatura ridicată, în sensul înregistrării unei tendințe de fragilitate prin îmbătrînire, în cazul pardoselilor epoxidice. S-a constatat de asemenea o deosebit de bună aderență între betonul de ciment și mortarul sau betonul epoxidic, indiferent de mediul de păstrare : apă sau aer.

Considerînd în principal mortarele și betoanele pe bază de rășină expoxidică și poliesterică (cele mai răspîndite), studiile făcute au indicat o serie de avantaje și dezavantaje pentru folosirea rășinilor poliesterice. Ca avantaje se menționează : lucrabilitate superioară, preț de cost mai redus pentru un material cu rezistențe mecanice similare, iar ca dezavantaje : contracție ridicată și sensibilitate destul de mare la apă.

Conținutul de apă din mortar sau beton, introdus o dată cu agregatul chiar în procent foarte redus (2...5%), are ca efect o reducere sensibilă a rezistențelor mecanice, precum și o prelungire a perioadei de întărire a materialului.

Referitor la *metodele de studiu adoptate* în lucrările efectuate asupra mortarelor și betoanelor cu rășini, fără ciment, majoritatea cercetătorilor au introdus metode originale pentru determinarea anumitor caracteristici ca : fluaj, contracție dirijată, aderență, corelarea dintre gradul de întărire a amestecurilor și procentul de grupe funcționale și de rășină neintrate în reacția de polimerizare.

Posibilitățile de aplicare ale materialelor studiate pot fi precizate numai în funcție de anumiți factori ca : lucrabilitate, preț de cost, posibilități de industrializare etc.

Pînă în prezent s-a ajuns la concluzia că aceste materiale pot fi folosite ca structuri de protecție anticorosivă, de impermeabilizare, ca straturi intermediare pentru remedierea elementelor prefabricate, îmbrăcăminți de poduri, drumuri etc.

În ceea ce privește durabilitatea, caracteristică deosebit de importantă, care însă nu a fost suficient studiată, experiența existentă nu justifică afirmațiile unor autori care consideră că se poate conta pe durabilitatea acestor materiale pe o perioadă foarte lungă de timp.

Ing. **Silvia Andrieș**
INCERC

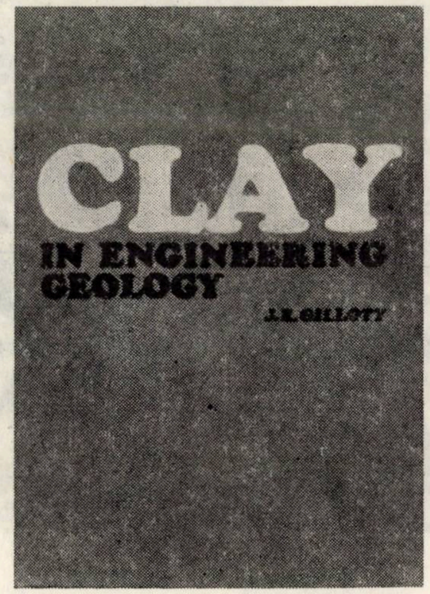
J. E. Gillott
CLAY IN ENGINEERING GEOLOGY
Argila în geologia inginerească
Amsterdam, Elsevier, 1968, 296 pag., 118 fig.

Argila se întîlnește atît de des în natură, și în prezent este întîlnită pe scară atît de largă, încît constituie obiect de studiu pentru mai multe discipline. Astfel, în afară de geolog, pe care argila îl interesează ca o parte constituentă a scoarței pămîntului, în cunoașterea acestui material este interesat și constructorul, pentru care argila poate reprezenta teren de fundație, material pentru realizarea construcțiilor de pămînt sau pentru fabricarea produselor ceramice, pedologul și agronomul pentru care argila este constituentul principal al solurilor grele, precum și specialiștii din alte domenii (chimie, fizică, minerit).

Fiecare din acești specialiști studiază argila din alt punct de vedere și obține deci cunoștințe mai profunde în ceea ce privește anumite aspecte ale comportării acestui material.

De multe ori cunoștințele obținute într-un anumit domeniu nu sînt cunoscute în suficientă măsură de cei ce studiază argila pentru alte scopuri.

Sarcina deosebit de dificilă de a sintetiza cunoștințele actuale privitoare la alcătuirea și comportarea argilei în



diversele ei folosințe și-a luat-o geologul Jack E. Gillott, specialist în cristalografie de la Divizia de cercetări în construcții a Consiliului național al cercetărilor din Canada.

Lucrarea este împărțită în 12 capitole.

În primele trei capitole se prezintă natura și clasificarea argilei și a pămînturilor argiloase, modul de formare a mineralelor argiloase, factorii care contribuie la eroziunea și transportul sedimentelor argiloase.

Capitolul 4 este consacrat compoziției și structurii argilei, iar capitolul 5 chimiei fizice a argilei.

La capitolul 6, intitulat *Interacțiunea apei cu argilele și mineralele argiloase*, după o scurtă prezentare a naturii apei și soluțiilor ionice, se tratează problema reținerii apei de către materialele argiloase, migrația apei în pămînturile saturate și nesaturate, modificările de volum datorite schimbărilor de umiditate, precum și problema înghețului apei din pămînturile argiloase.

Capitolul 7 este consacrat unei prezentări scurte dar foarte clare asupra rezistenței și comportării reologice a argilelor.

În capitolul 8 se expun principiile fundamentale ale diferitelor metode de stabilizare a pămînturilor; în afară de stabilizarea mecanică, se tratează metodele bazate pe adaosul de aditivi anorganici (ciment, var, zgură, silicat de sodiu, compuși ai fosforului) sau organici (rășini sintetice și materiale bituminoase).

Importanța argilei ca material de construcție este discutată în capitolul 9. Aici există oarecare suprapuneri cu problemele tratate în mod obișnuit în lucrările de mineralogie industrială și tehnologie ceramică, în special în paragraful privitor la rezistența produselor obținute din argilă prin ardere. Aceste cunoștințe sînt însă necesare pentru o bună înțelegere a factorilor care determină rezistența materialelor ceramice pentru construcții.

Ultimele trei capitole tratează despre metodele de efectuare a analizelor mineralogice, fizice și mecanice ale argilei. Deși se presupune că cititorul este familiarizat în oarecare măsură cu metoda difracției razelor X, autorul s-a limitat în general la metodele curente pentru stabilirea formei și dimensiunilor particulelor, a ariei specifice, a porozității, densității și greutății specifice, a proprietăților hidrice (umiditate, permeabilitate, sucțiune), a limitelor de plasticitate, a rezistenței la tăiere și a compresibilității pămînturilor argiloase.

Desigur că tratarea unei game atît de largi de probleme într-un număr limitat de pagini nu a permis o prezentare a lor în detaliu, dar autorul a reușit ca, folosind o schemă bine gîndită a lucrării, un stil clar și concis, figuri deosebit de sugestive, să elaboreze o lucrare reușită de sinteză a cunoștințelor privind argila. Credem că lucrarea va fi utilă pentru difuzia reciprocă a cunoștințelor dintre numeroase discipline în care se studiază diferitele aspecte ale comportării argilei și, prin aceasta, va interesa și pe cititorii revistei

Conf. dr. ing. **Silvan Andrei**
Institutul de construcții București

D. Werner Striegler
DAMMBAU IN THEORIE UND PRAXIS
Construcția digurilor în teorie și practică
Berlin, Ed. Springer, 1969

În ciuda titlului care ar putea induce în eroare, această lucrare nu se adresează numai inginerilor hidrotehnicieni, ci mai ales acelor ingineri care activează la realizarea unor importante lucrări terasiere din domeniul transporturilor. Ea este destinată atît proiectanților, cît și inginerilor din execuție care se ocupă cu lucrări de pămînt în condiții speciale.

Problemele generale privind materialele folosite, procedeele de calcul pentru verificarea stabilității terasamentelor, tehnica transporturilor rutiere și feroviare sînt tratate cu aceeași seriozitate și competență ca, de pildă, barajele de pămînt.

După o scurtă introducere care scoate în evidență importanța lucrărilor terasiere de rambleere, capitolul 2 se ocupă de materialele folosite pentru executarea infrastructurii terasamentelor în rambleu la drumuri și căi ferate.

Capitolul 3 analizează proiectarea și alcătuirea constructivă a terasamentelor în rambleu pentru căile de transport, iar cele ale barajelor de pămînt fac obiectul capitolului 4.

Capitolul 5 se ocupă de procedeele de execuție, constituind partea centrală a lucrării. Felul cum sînt tratate problemele de organizare de șantier, procedeele de fundare în condiții speciale a acestor lucrări, obținerea materialelor din carieră și balastieră, transportul și punerea în operă, compactarea și etanșarea fac din această carte un manual pentru studiu aprofundat al problemelor tehnico- științifice și tehnologice de punere în operă și de verificare a comportării în timp.

Capitolul ultim se referă la problemele privind controlul și verificarea calității execuției.

Ținînd seama de importanța lucrărilor terasiere, mai ales în domeniul lucrărilor de transporturi, și avînd în vedere solicitările deosebite la care aceste lucrări au fost supuse în timpul calamităților naturale din primăvara anului 1970; ținînd seama de volumul mare de lucrări de acest gen prevăzute a se executa în actualul cincinal, o carte ca cea care face obiectul acestei note, care a știut să îmbine armonios aspectele teoretice și de proiectare cu cele de execuție, merită atenție din partea inginerilor constructori, de transporturi și hidrotehnicieni.

Este demnă de semnalat și prezentarea grafică foarte reușită a cărții.

Herbert Fleischer
SCHWIMMBECKEN
WIRTSCHAFTLICH PLANEN UND BAUEN
Bazine de înot
Proiectare și execuție economică
Stuttgart, Ed. Heinz-Joachim Draeger

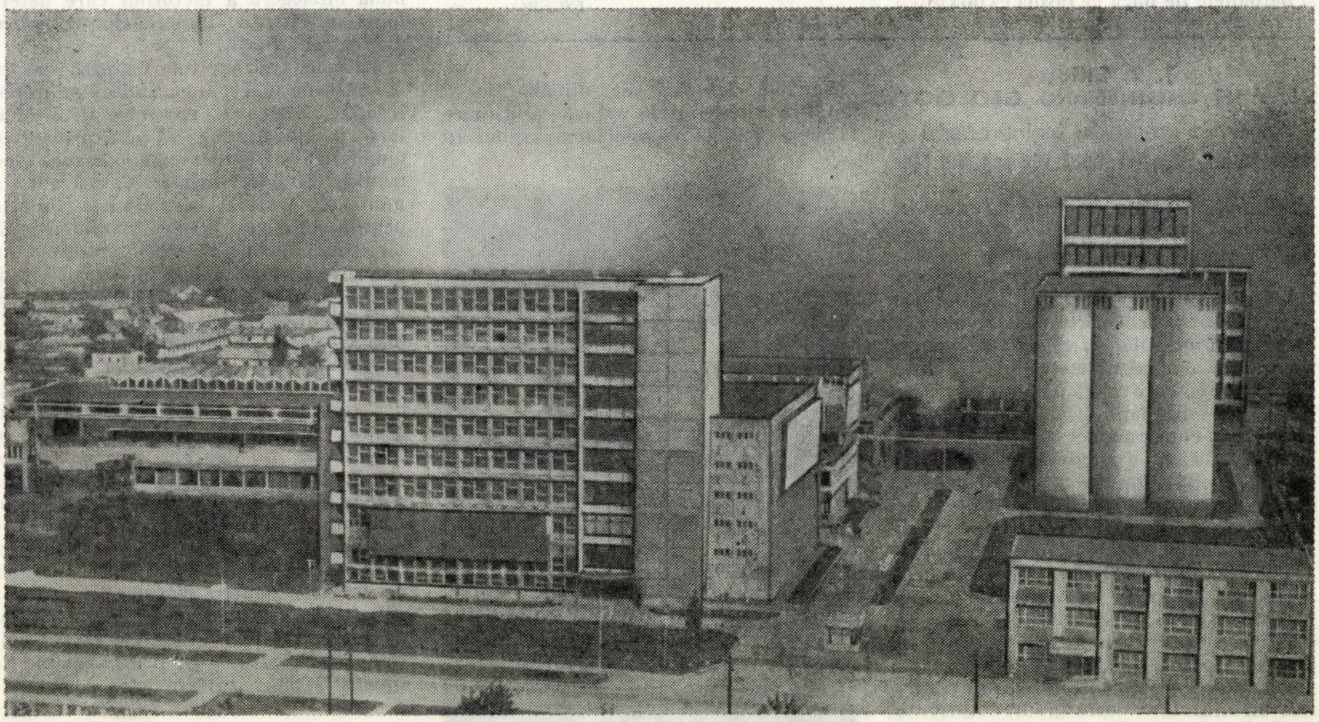
Lucrarea scoate în evidență multiplele probleme de ordin tehnic care se pun la proiectarea, execuția și exploatarea bazinelor de înot. De asemenea, sînt relevate diverse probleme și aspecte economice privind realizarea și întreținerea acestora, în funcție de gradul lor de confort.

Modul de prezentare a problemelor de izolare hidrofugă, termică și fonică în cazul bazinelor acoperite — în încăperi sau hale, unde gradul de umiditate este ridicat — precum și tratarea aspectelor de ordin constructiv în situații diferite dau lucrării caracterul unui manual valoros pentru proiectarea acestui gen de construcții.

Pe baza bogatei experiențe a autorului în domeniul tratat, cititorilor li se pune la îndemînă un ghid în care pot găsi răspunsuri la problemele cu caracter deosebit de cel al obișnuitelor construcții civile și industriale pe care le pun proiectarea și execuția bazinelor de înot. Totodată, lucrarea poate servi și ca sursă de inspirație pentru soluții noi și eficiente privind piscine deschise, acoperite sau semiacoperite.

Condițiile grafice ale cărții sînt remarcabile, desenele și mai ales reproducerile fotografice ale unor lucrări executate în diverse țări arătînd în mod sugestiv realizările din acest domeniu.

Ing. **Robert Möckesch**
I.S.P.H.



Fabrica de bere din Bacău

Priză de protecţie

Din punctul de vedere al pericolului de electrocutare, camera de baie reprezintă un exemplu tipic de loc foarte periculos. Conform normelor republicane de protecţie a muncii şi STAS 8275—68 „Protecţia împotriva electrocutărilor. Terminologie", locul foarte periculos este caracterizat prin cel puţin una din următoarele situaţii: umiditatea aerului peste 97%; temperatura aerului peste 35°C; obiecte conductive în legătură electrică cu pămîntul, care în zona de manipulare ocupă o suprafaţă mai mare de 60% din această zonă.

Deşi ar fi de ajuns una singură din situaţiile de mai sus pentru a considera un loc ca foarte periculos, camera de baie întruneşte toate trei condiţiile. În plus, nu trebuie uitat faptul că în această încăpere, de obicei, omul este lipsit de izolaţia protectoare a încălţămintei şi a hainelor; mai mult, corpul poate fi în stare umedă şi deci cu rezistenţa electrică foarte scăzută, ceea ce măreşte pericolul de electrocutare.

Tot în normele republicane de protecţie a muncii (art. 235), se specifică tensiunile de lucru admise pentru alimentarea aparatelor electrice portative. Aceste tensiuni sînt: pînă la 380 V, dacă se aplică separarea de protecţie sau izolarea suplimentară de protecţie; pînă la 127 V, dacă se aplică o protecţie prin legare la pămînt, prin care se asigură o tensiune de atingere sub 24 V, şi numai în cazul reţelelor izolate faţă de pămînt; pînă la 42 V, dacă se aplică o izolare întărită, astfel încît să constituie o izolare de protecţie; pînă la 24 V, în locurile periculoase şi foarte periculoase.

Din cele de mai sus rezultă clar că nu se pot monta în camera de baie prize pentru tensiuni de 120 V sau 220 V alimentate de la reţeaua de distribuţie a energiei electrice cu neutrul legat la pămînt. Totuşi, se pune problema de a fi găsită o modalitate de a utiliza aparatele de ras electrice în camerele de baie, fără pericol de electrocutare. Aparatele de ras electrice au o izolare dublă, ceea ce le face apte de a fi folosite şi în locurile foarte periculoase. Ele sînt însă construite pentru tensiuni de 120 V şi 220 V, pentru care nu se permite instalarea unei prize obişnuite în camera de baie. Această priză, care poate n-ar fi periculoasă pentru folosirea aparatului de ras, ar fi categoric periculoasă dacă s-ar alimenta alt aparat electrocasnic obişnuit neprevăzut cu izolaţie dublă (reşou, fier de călcat etc.).

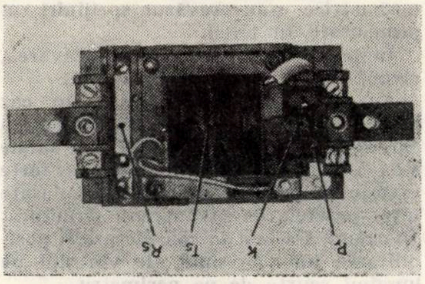


Fig. 2

P_r — priza propriu-zisă
K — întrerupător
T_s — transformtor de separaţie
R_s — releu de suprasarcină

Pentru soluţionarea acestei probleme, cooperativa Radio Progres a realizat o priză specială pentru alimentarea aparatelor de ras electrice, care poate fi montată în camera de baie. La această priză, protecţia împotriva electrocutării este asigurată prin separare de protecţie şi izolare dublă. În figura 1 este redată schema electrică a acestei prize, care se compune din următoarele părţi: transformatorul separator T_s; releu de suprasarcină R_s; întrerupător K; priza propriu-zisă P_r;

Transformatorul separator T_s are înfăşurarea primară construită pentru tensiunea reţelei de 220 V — 50 Hz, iar cea secundară asigură 220 V la sarcina nominală de 20 VA. Transformatorul are izolaţia dintre înfăşurări întărită.

Releul de suprasarcină declanşează în cel mult 2 minute la o suprasarcină de + 50%. În felul acesta, asigură protecţia transformatorului T_s şi, totodată, împiedică conectarea altui aparat electrocasnic decît aparatul de ras. Pe cînd aparatul de ras consumă o putere de 20 VA, la care releul nu acţionează, un reşou sau fier de călcat, de exemplu, consumă 300 ... 500 W. putere la care releul întrerupe circuitul în cîteva secunde. Releul de suprasarcină este un releu termic, cu bimetal, prevăzut cu un şurub de reglaj şi un magnet permanent care asigură conectarea şi deconectarea bruscă.

Întrerupătorul K este acţionat de fişa aparatului de ras, închizîndu-se la introducerea fişei în priza propriuzisă P_r. Cu ajutorul acestui întrerupător, transformatorul este scos de sub tensiune la mersul în gol. Ansamblul este montat într-o carcasă confecţionată din bachelită (fig. 2), iar aceasta într-o doză din bachelită şi un capac din material plastic (fig. 3), asigurîndu-se izolarea dublă.

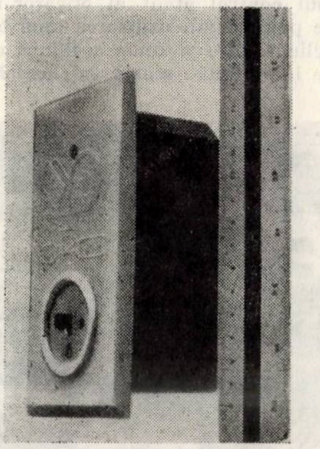


Fig. 3

În prezent, prizele de protecţie pentru aparatele de ras electrice realizate de cooperativa Radio Progres sînt montate în camerele de baie ale hotelurilor, în special în noile construcţii de pe litoral. Au şi fost montate cîteva mii de bucăţi, cu rezultate mai mult decît mulţumitoare.

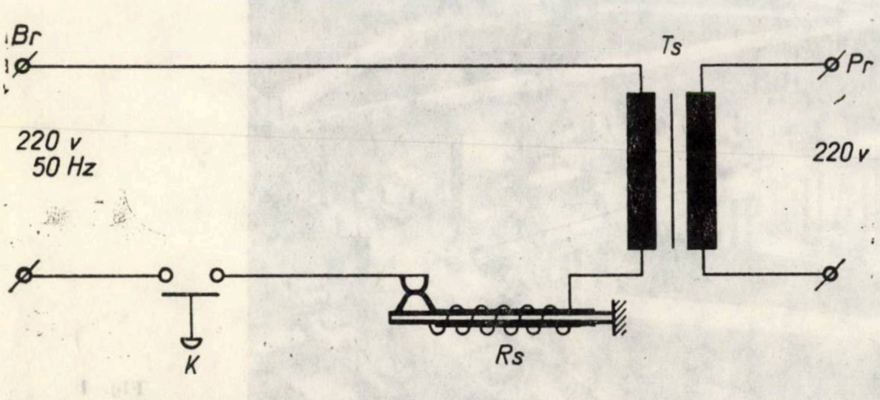


Fig. 1 — Schema electrică a prizei de protecţie
T_s — transformator de separaţie; R_s — releu de suprasarcină; K — întrerupător; P_r — priza propriu-zisă; B_r — bornele de racordare la reţeaua electrică

Ing. Paul Iorgu Popescu
I.C.S.P.M.

STRUCTURĂ TEMPORARĂ PENTRU SUSŢINEREA PEREŢILOR UNEI SĂPĂTURI

În centrul comercial din oraşul Johannesburg s-a prevăzut executarea unui mare complex (Carlton Centre) cuprinzînd un bloc turn de 50 de etaje pentru birouri, un hotel cu 600 de paturi 4,05 ha de magazine şi un parking pentru 2 500 de maşini. Majoritatea magazinelor, parkingul şi serviciile anexă sînt amplasate într-o construcţie subterană cu şapte niveluri care se extinde pe o suprafaţă de 165 m × 138 m, la o adîncime variind între 25,5 m şi 29,5 m sub nivelul străzilor alăturate.

Din punct de vedere geologic, terenul se caracterizează printr-o mare variaţie a consistenţei materialelor şi o fisurare accentuată a rocilor vulcanice şi metamorfice foarte degradate. În general, nivelul apei subterane a fost la 12 m sub nivelul terenului.

Pentru urgentarea lucrărilor s-a contractat separat executarea şi stabilizarea săpăturii, în cele 12 luni afectate acestei lucrări terminîndu-se documentaţia tehnică pentru întregul complex.

După coborîrea nivelului apei subterane s-au executat, in situ, pe întregul perimetru, stîlpi cu diametrul de 1,1 m la distanţe de 2,3 m, fundaţi, în general, sub nivelul cel mai coborît al construcţiei, între care s-au realizat, prin torcretare, arce constituind un perete continuu de reţinere.

Rezistenţa la încovoiere a acestui perete a permis executarea săpăturii pînă la o cotă de 10,7 m fără nici o altă sprijinire.

Pentru continuarea săpăturii pînă la cota de — 29,5 m, ţinînd seamă şi de dimensiunile sale în plan şi de necesitatea unui control atent al oricăror mişcări ale pămîntului, utilizarea unor taluzuri înclinate sau a unor sprijiniri curente era imposibilă : scurtarea elastică şi variaţiile de temperatură ale oricărei structuri de sprijinire de asemenea dimensiuni dau naştere unor mişcări apreciabile, care trebuiau absorbite prin dispoziţii speciale.

În plus, trebuia ţinut seamă de dificultăţile pe care le-ar implica executarea unei construcţii în jurul unui labirint de sprijiniri. Din această cauză, s-a adoptat pentru sprijinire o structură deschisă şi relativ simplă, permiţînd însă includerea dispozitivelor complicate de control.

Din cauza diferenţei de nivel de 6,2 m între diversele laturi, pe două părţi au fost necesare sprijiniri la două niveluri, în timp ce pe celelalte două laturi a fost suficient un singur punct de sprijinire la 2/3 din înălţime (fig. 1).

Structura provizorie de susţinere, avînd în plan forma unei reţele dreptunghiulare, a fost executată din beton precomprimat monolit (cu excepţia sprijinirilor oblice prefabricate de pe laturile mai adînci), pe piloţi, la o adîncime de 9 m sub nivelul terenului. Dat fiind că principala solicitare a acestei structuri era compresiunea, pentru a asigura deplina stabilitate la încărcări nesimetrice s-au prevăzut sprijiniri suplimentare în teren.

Înainte de a se continua excavarea, structura a fost precomprimată.

Aceste structuri reprezintă un caz neobişnuit de beton precomprimat, la care cea mai mare parte a forţelor axiale s-au aplicat prin intermediul unor forţe exterioare produse de prese amplasate între peretele de susţinere şi structură. În calcul s-a luat în considerare şi posibilitatea unor presiuni ale vîntului pe lungimi scurte de pe perimetru.

Condiţiile de solicitare ale structurii au fost complexe : s-au prevăzut şi armături pretensionate longitudinale pentru a permite preluarea eforturilor de vîrf şi pentru a mări capacitatea portantă.

S-a realizat şi o precomprimare transversală pentru a prelua încovoierea datorită încărcărilor verticale şi pentru a mări siguranţa la ruperea prin forţe tăietoare ale grinzilor.

Structura de sprijinire a fost concepută astfel încît, pe de o parte, să fie folosită în cadrul construcţiei drumului de acces şi al diverselor suprafeţe de depozitare şi birouri, iar pe de altă parte — să permită un acces uşor la prese.

Armăturile pretensionate (bare Dyckerhoff de 26 mm) au fost neaderente, astfel încît să fie recuperate înainte de demolarea structurii.

Pentru a compensa deformaţiile elastice de ordinul a 100 mm produse de presiunea pămîntului (430 t/m²) şi de cca 50 mm produse de variaţia temperaturii, s-au utilizat prese plate tip Freyssinet montate în serie. Presiunea din prese a fost egală cu 2/3 din presiunea maximă de calcul, mărindu-se această presiune în locurile în care mişcările terenului atingeau anumite limite periculoase.

După terminarea excavaţiei şi executarea plăcilor constituind planşeele construcţiei definitive, încărcarea structurii a fost transferată acestora, iar structura de sprijinire a fost demolată cu ajutorul explozibililor.

De remarcat costul structurii de beton precomprimat (inclusiv demolarea) reprezentînd numai 1,5 % din costul total al complexului, ceea ce a fost pe deplin justificat de scurtarea duratei de execuţie.

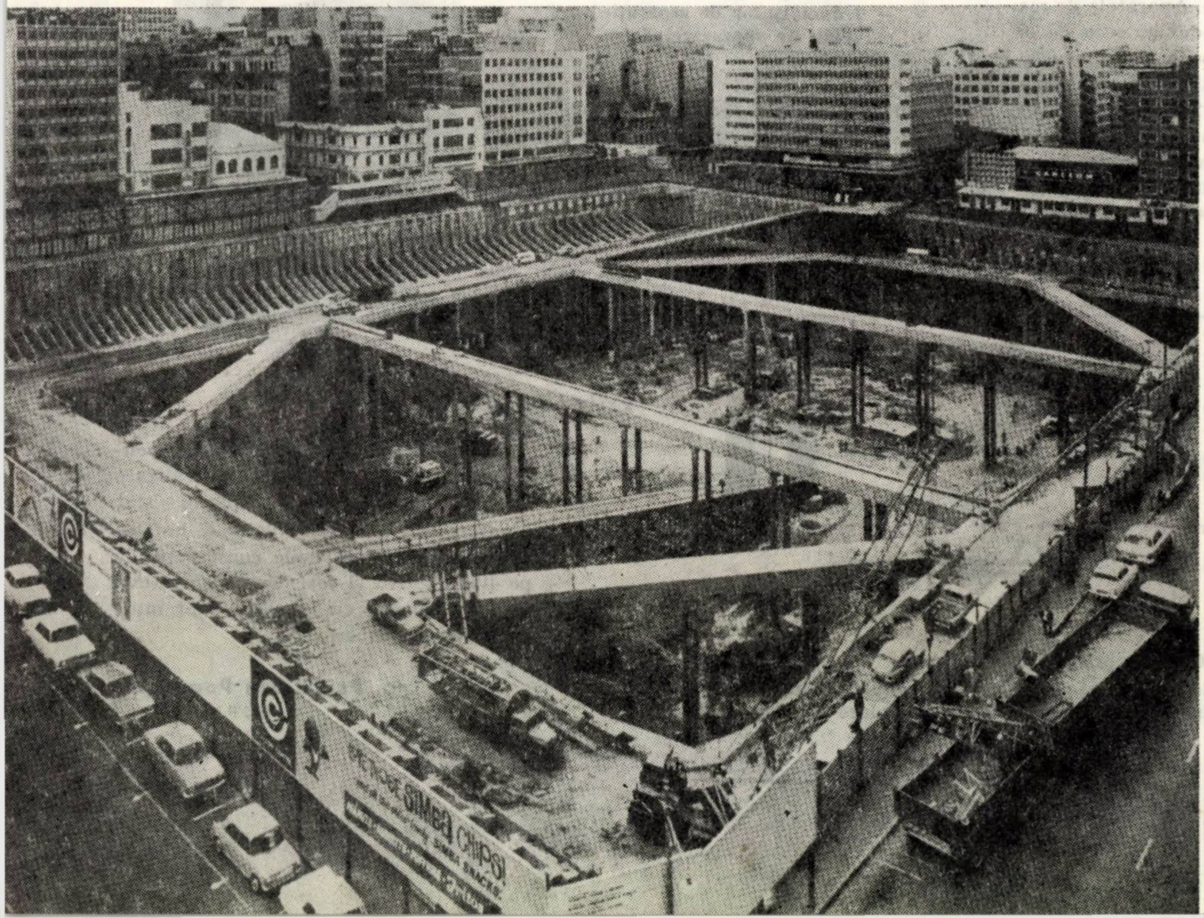


Fig. 1

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT

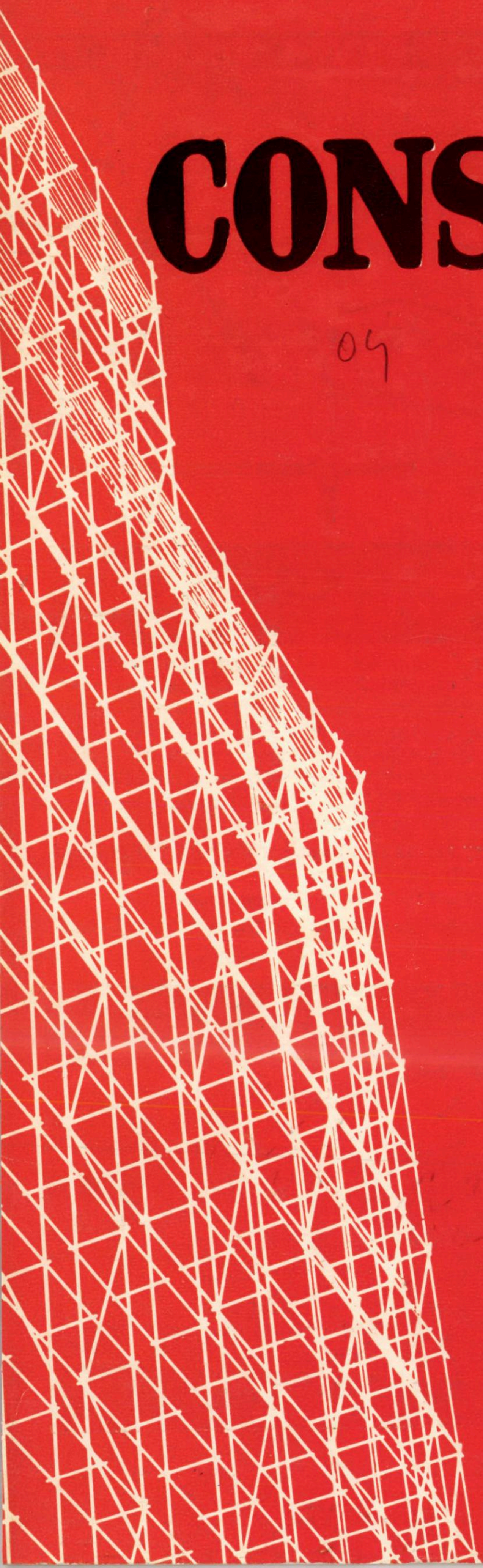
1971 AUG 17

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

BUCUREȘTI Str. EPISCOPIEI Nr. 9

E 1688

REFERALVA



CONSTRUCȚII

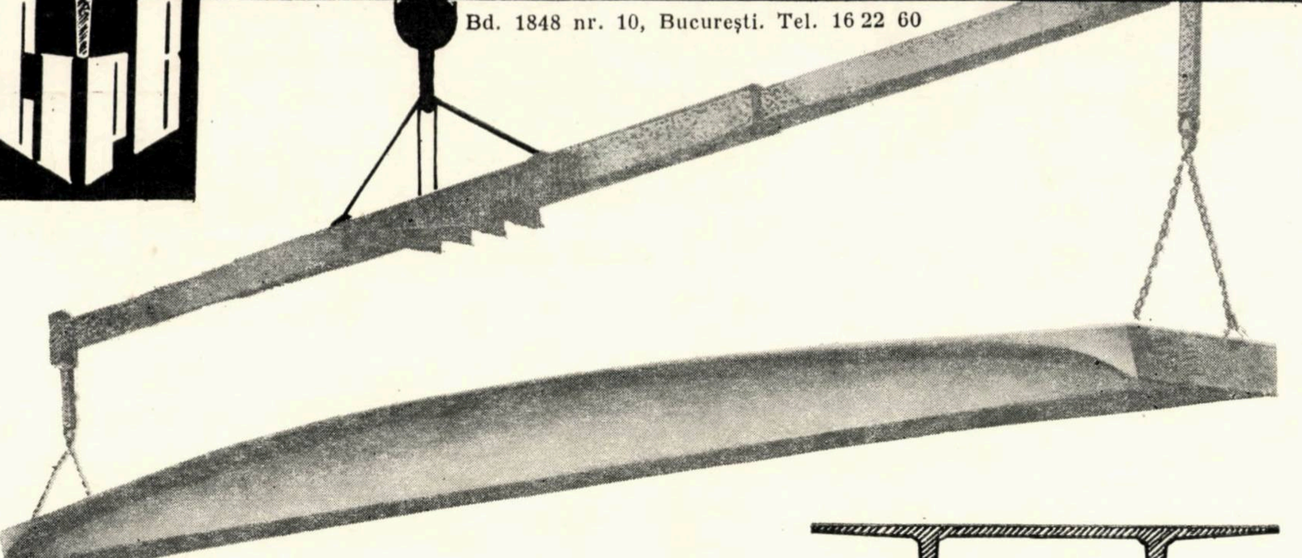
04

6

1971

CENTRALA INDUSTRIALA DE PREFABRICATE DIN BETON

Bd. 1848 nr. 10, Bucureşti. Tel. 16 22 60



ELEMENTE TT CURB DIN BETON PRECOMPRIMAT PENTRU ACOPERIŞURI INDUSTRIALE CU DESCHIDERI DE 12-15-18 ŞI 24 m ŞI LĂŢIMI DE 1,5-2-2,4 ŞI 3 m

■ Centrala industrială de prefabricate din beton produce instalaţii de formare autonome ce asigură toleranţe dimensionale minime

■ Sînt cele mai economice soluţii de acoperiş, avînd consum redus de beton, oţel şi manoperă (oţel: 8—10 kg/m ², beton : 8—12 cm/m²)

■ Asigură un ritm de execuţie rapid, atît în fabrică, cît şi pe şantier

■ Reduc la minimum înălţimea structurii acoperişului

■ Pot realiza o bună şaibă antiseismică

■ Permit practicarea de goluri pentru luminatoare şi ventilaţie

ÉLÈMENTS DE CONSTRUCTION EN DOUBLE T COURBE EN BÉTON PRÉCOMPRIMÉ POUR DES TOITURES INDUSTRIELLES À PORTÉES DE 12-15-18 ET 24 m ET LARGEURS DE 1,5-2-2,4 ET 3 m

■ *La Centrale Industrielle de Préfabriqués en Béton produit des installations autonomes pour la préfabrication, qui garantissent des tolérances dimensionnelles minimes*

■ *Ce sont les plus économiques solutions pour les toitures, ayant une consommation réduite de béton, acier et main-d'oeuvre (acier : 8—10 kg/m², béton : 8—12 cm/m²)*

■ *Ils assurent un rythme rapide d'exécution tant dans l'usine que sur le chantier*

■ *Ils réduisent au minimum la hauteur de la structure du toit*

■ *Ils sont en mesure de réaliser une bonne rigidité antiséismique*

■ *Ils permettent de pratiquer des ouvertures pour des chassis à tabatière et pour la ventilation*

DOUBLE T BENT ELEMENTS OF PRESTRESSED CONCRETE FOR INDUSTRIAL ROOFING (12–15–18, AND 24 METRE SPANS AND 1.5-2-2 4 AND 3 METRE WIDTHS)

■ The Group of Industrial Enterprises for the Production of Concrete Prefabs offers self-contained moulding equipments ensuring minimum size allowances

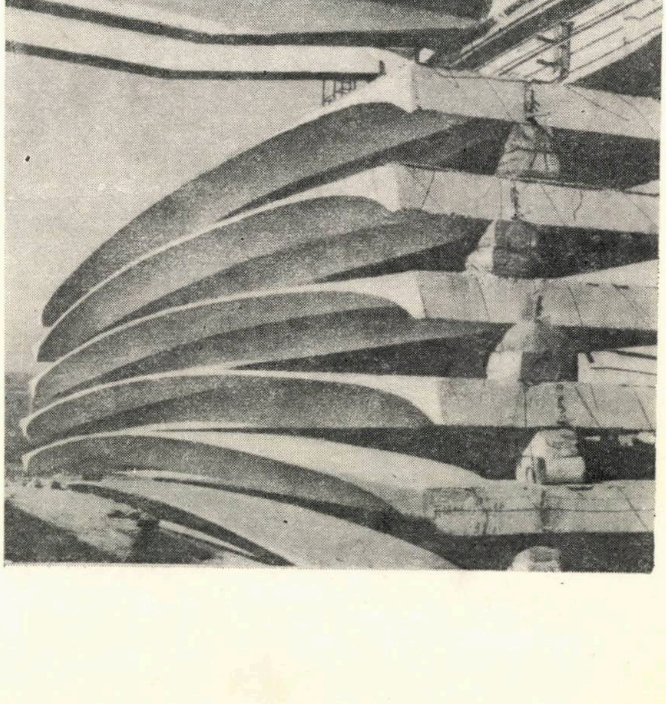
■ They are the most economic solutions for roofing, featuring a reduced consumption of concrete, steel and labour (steel : 8—10 kg/m²; concrete: 8—12 cm/m²)

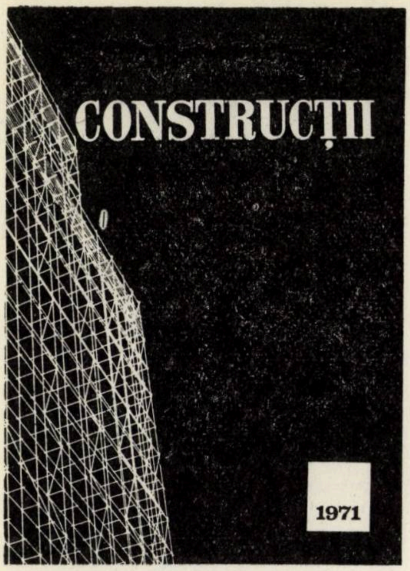
■ They ensure a rapid tempo of work, both in the factory and on the site

■ They reduce to a minimum the height of the roof structure

■ They can achieve a good anti-seismic rigidity

■ They permit to create skylight recesses and ventilation gaps





Nr. 6/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

Dr. ing. G. DIMA, ing. Z. KEHAIAN

Redresarea unui castel de apă de 500 m³ 1

Conf. dr. ing. Chimon CAPATU

Considerații asupra proiectării și execuției elementelor scurte de beton precomprimat cu armături preîntinse alcătuite din bare cu profil periodic 6

Conf. dr. ing. Constantin DALBAN

Probleme actuale privind alegerea oțelului pentru construcții metalice sudate 14

|Prof. ing. A. ȘESAN,| ing. Vasile DASCĂLU

Cercetări pe modele privind variația rigidității diafragmelor în raport cu distribuția golurilor 28

Ing. Einar KEINTZEL

Calculul interacțiunii între cadrele etajate cu mai multe deschideri și terenul de fundație 32

Conf. dr. ing. Nicolae I. VOINA

Efectul revibrării asupra deformațiilor de durată ale betoanelor 36

Ing. Ion IONESCU

Betonul ușor de rezistență—preparare, proprietăți, domeniu de aplicare 41

Ing. Florian MERCEA

Transportul pneumatic — transportul viitorului 52

RECENZII

DOCUMENTAR

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția: Cal. Griviței nr. 6—10, Sector 8
Telefon: 16.49.14
Administrația și difuzarea: Calea Griviței nr. 6—10. Tel.: 16.00.09, int. 120
Căsuța poștală 2980 Oficiul poștal 22
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef **IMNR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific **INCERC** ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNST** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

[library stamp]

SUMMARY

GH. DIMA, Z. KEHAIAN : Righting of a 500 cu m water-tower

The authors present a method used for righting a 500 cu m, 38.70 m high water-tower, which bore a 80 cm deflection from the vertical at its top, following an accidental flooding produced during the water loading test and the uneven soil compaction.

The righting was achieved by provoking a controlled compaction, by excavating the soil under the foundation raft by means of horizontal drilling in the opposite part of the inclination.

C. CAPATU : Considerations on the designing and making of short pretensioned prestressed concrete units with reinforcement bars of periodical section

Relying on the results obtained through an experimental scheme which involved studies and tests applied to 51 short prestressed tie-bars the author proves the existence of a process of loosening between the concrete and reinforcement, in the studied units, under the effect of loads. This loosening is influenced by a number of factors analyzed in the article. Consequently, a series of cautionary measures that are to be taken into consideration in design and execution are drawn up, in order to ensure a normal behaviour of the short structural units ; the author proposes the suggested measures should be used for completing the standards in force.

C. DALBAN : From the experience in steel structures design. Topical problems concerning the choice of steel for welded steel structures.

The article is intended for the designer working in the steel structures field (deisgn, execution and assembling), and aims at presenting a synthesis of the present stage of the problems involved in the choice of the best suited steel for welded steel structures. The author deals successively with the determinant factors in steel brittle fractures (metallurgical factors, stress factors, temperature influence), while giving some examples to emphasize the influence of these factors ; he then deals with the ways of securing steel structures against brittle fracture. Various kinds of structures and their suitable class of steels are also dealt with.

|A. ŞESAN,| V. DASCALU : Research on scale models concerning diaphragms rigidity variation in relation to the voids spacing

The results of studies and test on models are here presented, with regards to establishing the way of variation of diaphragms rigidity in relation to voids spacing. For diaphragms with two rows of openings and ratio between the openings surface and the surface of the daiphragms without openings equal to 0,2, quality coefficients of reducing level relative rigidity reported to full standard diaphragsm were determined.

The knowledge of these coefficients permit the designer to make his choice from the outset of the diaphragms with the behaviour best suited to a certain distribution in the frame which would take over the horizontal actions, in the conditions of the same consumption of materials.

E. KEINTZEL : Computation of the interaction between the storied frames with several bays and the foundation ground

The author deduces a method of computation of the interaction between the multi-spanned storied-frames and the foundation soil, which can be brought to a simpler form without introducing approximations far from reality used by G. G. Meyerhof in his work ,,The Settlement Analysis of Building Frames'' published in 1953. The relations deduced were obtained by the generalization of the relations given in the article ,,Computation of the cooperation between the reinforced concrete framed building and the foundation soil'' by E. Keintzel published in nr. 12/1967 of our journal.

N. I. VOINA : The effect of re-vibration on long-lasting strains of concretes

Reducing shrinkage and creep strains is a problem of practical interest, especially if their unfavourable consequences in building are to be considered. As the repeated vibration of concrete results in decreasing initial shrinkage, one presumes the long-lasting strain being influenced too, that is diminished, the effective amount being function of the mineralogical structure of cement, of the cement/water ratio, and of the re-vibration criteria.

I. IONESCU : Structural light concrete. Preparation, qualities, field of application

In recent years, structural light concrete, made of artificial light-weight aggregates, has been applied to carry out the various kinds of prefab construction elements and buildings of ever increasing magnitude, and owing to its technico-economical advantages, often replaces heavy structural concrete.

As, thanks to a steady production of light-weight aggregates made of expanded clay (granulite), the use of structural light concrete in the prefabs industry and in civil engineering will grow considerably in Romania, the author underlines some of the main differences between the features of the structural light cconcrete and the corresponding features of the heavy concrete, whose knowledge is essential in the field of research, design and construction.

F. MERCEA : Pneumatic transport — the transport of the future

The author briefly presents the pneumatic transport installation put into operation a few months ago at the Designing Institute of the Ministry of Light Industry.

SOMMAIRE

GH. DIMA, Z. KEHAIAN : Redressement d'un château d'eau de 500 m³

Les auteurs présentent la méthode employée au redressement d'un château d'eau, haut de 38,70 m, ayant une capacité de 500 m³, qui, à la suite de l'inondation accidentelle produite durant les essais de charge d'eau et de l'affaissement nonuniforme du terrain, a subit, à sa partie supérieure, une déviation de 80 cm de la verticale.

Le redressement a été effectué en excavant la terre audessous du radier par forage horizontal dans la partie opposée à l'inclinaison et en provoquant, de cette sorte, des tassements dirigés.

C. CAPATU: Considerations concernant les projets et l'exécution des éléments courts en béton précontraint à armature prétendue en barres à profil périodique

En s'appuyant sur un programme expérimental qui a compris l'étude et l'essais de 51 tirants précontraints de petite longueur, on prouve l'existence, aux éléments testés, d'un processus d'affaiblissement de la coopération entre le béton et l'armature, sous l'effet de la charge.

Cet affaiblissement est influencé par un nombre de facteurs, analysés dans l'article. En conséquence, on formule une série de mesures s'imposant dans les projets et dans l'exécution, ayant pour but d'assurer un comportement normal des éléments structuraux courts ; on propose que les mesures préconisées fassent l'objet d'un complètement des normes actuelles.

C. DALBAN : De l'experience acquise dans l'établissement des projets pour constructions métalliqus. Problèmes actuels concernant le choix de l'acier pour les constructions métalliques soudées

L'article s'adresse aux ingénieurs des constructions civiles qui travaillent dans le domaine des constructions métalliques — projet, execution et montage — et a pour but de présenter une synthèse du stade actuel des problèmes concernant le choix de l'acier destiné aux constructions métalliques soudées. L'auteur fait l'exposé des facteurs qui déterminent la fracture fragile de l'acier (facteurs métallurgiques, facteurs concernant l'etat d'effort, l'influence de la température etc) et donne des exemples révélant l'influence des susdits facteurs ; il montre alors les modalités d'assurer les constructions contre la rupture de fragilité ; et, enfin, les catégories de constructions et les classes d'aciers leur correspondant.

A. ŞESAN, V. DASCĂLU : Recherches sur modèles concernant la variation de la rigidité des diaphragmes en rapport avec la distribution des baies

L'article expose le résultat des études et essais sur modèles regardant la détermination de la modalité de variation de la rigidité des murs diaphragmes en rapport avec la distribution des baies.

Pour les diaphragmes à deux rangs de baies et le rap port entre la superficie des baies et celle du diaphragme sans baies égal à 0,2, on a établi des coefficients qualitatifs de minoration de la rigidité rélative de niveau rapportée au diaphragme plein-étalon.

La connaissance de ces coefficients permet d'opter dès l'abord pour les diaphragmes ayant le meilleur comportement à une certaine distribution dans la structure de résistance qui devra supporter les actions horizontales dans les mêmes conditions de consommation de matériaux.

E. KEINTZEL : Le calcul de l'interaction entre les charpentes étagées à plusiers portées et le terrain d'appui

L'auteur déduit le calcul de l'interaction entre les charpentes étagées à plusieurs portées et le terrain d'appui qui peut être amené à une forme simple sans avoir besoin d'introduire les approximations éloignées de la réalité, employées par G. G. Meyerhof dans son ouvrage ,,The Settlement Analysis of Building Frames'' paru en 1953. Les relations déduites ont été obtenues en généralisant les relations exposées dans l'article intitulé ,,Le calcul de la coopération entre les charpentes en béton armé et le terrain d'appui'' publié par le même auteur dans le numéro 12/1967 de notre revue.

N. I. VOINA : L'effet de la révibration sur les déformations de longue durée des bétons

Réduire les déformations de rétrécissement et de fluage est un problème d'intérêt pratique surtout si on considère les conséquences négatives que ces phénomènes peuvent produire dans la construction. Comme la vibration répétée diminue le rétrécissement initial, on présume que les déformations de longue durée seront aussi influencées à l'égard de leur réduction, les valeurs effectives étant en fonction de la nature minéralogique des ciments, du rapport eau-ciment et des critères de révibration.

I. IONESCU : Le béton léger de résistance. Préparation, propriétés, domaine d'application

Les bétons légers structuraux préparés à base de granulats légers artificiels sont employés, depuis quelques années, à réaliser différents types d'éléments préfabriqués et structures de bâtiments de dimensions de plus en plus audacieuses et remplacent souvent, grâce aux avantages technico-économiques qu'ils offrent, les bétons de résistance traditionnels.

Etant donné que, grâce à une production garantie de granulats légers à base d'argile expansée (granulite), l'emploi du béton léger dans l'industrie de préfabriqués et la construction gagnera beaucoup de terrain en Roumanie, l'auteur fait ressortir certaines principales différences existant entre les propriétés du béton lejer de résistance et les propriétés similaires du béton lourd, dont la connaissance est exigée dans la recherche, l'établissement des projets et l'exécution.

F. MERCEA : Le transport pneumatique — transport de l'avenir

L'auteur présente brièvement l'installation de transport pneumatique mise en fonction, il y a quelques mois, à l'Institut d'établissement des projets du Ministère de l'Industrie Légère.

INHALT

GH. DIMA, Z. KEHAIAN: Aufrichten eines Wasserturmes von 500 m³

Die Verfasser beschreiben die für das Aufrichten eines Wasserturmes von 38,70 m Höhe und mit einem Fassungsvermögen von 500 m³ angewandte Methode, welcher als Folge einer zufälligen Überschwemmung während der Wasserfüllproben und der ungleichmässigen Bodensetzung eine Abweichung von der Senkrechten von 80 cm am oberen Teil aufwies.

Das Aufrichten wurde durch Hervorrufen einer gerichteten Setzung vorgenommen, u.zw. durch Ausgraben des Bodens unter der Fundamentplatte. Zu diesem Zweck wurden waagerechte Bohrungen auf der Neigung entgegengesetzten Seite durchgeführt.

C. CAPATU: Einige Betrachtungen über die Projektierung und Herstellung von kurzen Spannbetonbauteilen bai Anwendung von vorgespannten Stahleinlagen mit periodisch veränderlicher Querschnittsform

Als Grundlage dienen die Ergebnisse einer Reihe von experimentellen Studien und Prüfungen durchgeführt auf 51 kurze vorgespannte Zugglieder; es konnte daraufhin bewiesen werden dass bei allen geprüften Probekörpern eine Abminderung der Mitwirkung zwischen Beton und Stahleinlagen infolge Belastung auftritt. Diese Abnahme der Mitwirkung hängt von einer Reihe Faktoren ab die in der vorliegenden Arbeit untersucht werden. Infolgedessen werden diejenigen Massnahmen formuliert die sowohl bei der Projektierung wie auch bei der Herstellung in Betracht gezogen werden sollen um ein einwandfreies Verhalten kurzer Bauteile zu sichern; es wird ausserdem vorgeschlagen eben diese Massnahmen für eine Ergänzung der gegenwärtig gültigen Vorschriften zu wählen.

C. DALBAN: Aus der Erfahrung der Projektierung von Stahlkonstruktionen. Gegenwärtige Probleme hinsichtlich stah von geeigneten Stahlsorten für geschweisste Konstruktionen

Der Artikel ist geschrieben für diejenigen Bauingenieure die auf dem Gebiet des Entwurfs, des Baus und der Montage von Stahlkonstruktionen tätig sind; der Autor setzt sich als Ziel in einer zusammengefassten Form den gegenwärtigen Entwicklungsstand der Wahl der geeignetsten Stahlsorten für geschweisste Metallkonstruktionen zu erärtern. In erster Reihe kommen diejenigen Faktoren die einen spräden Bruch des Stahls mit sich bringen u.zw. metallurgische Faktoren, Spannungsbild, Einfluss der Temperatur; anhand einiger Beispiele von spräden Brüchen wird der Einfluss der erwähntern Faktoren veranschaulicht. Fernerhin werden behandelt die Möglichkeiten einen spröden Bruch der Tragkonstruktion zu verhindern und aufgezählt die einzelnen Konstruktionsklassen sowohl wie die entsprechenden Stahlsorten.

|A. ŞESAN,| V. DASCĂLU: Modelluntersuchungen über Abhängigkeit der Scheibensteifigkeit von der Verlegungsart der Öffnungen

Es werden beschrieben die Studien und Modelluntersuchungen die durchgeführt wurden um daraufhin die Abhängigkeit der Wandscheibensteifigkeit von der Verlegungsart der Öffnungen zu bestimmen. Für Wandscheiben mit doppel reihigen Öffnungen und einem Verhältniss zwischen Öffnungsfläche und Gesamtfläche der vollen Wandscheibe gleich 0,2 werden qualitative Einflusszahlen abgeleitet mit welchen es möglich ist die Abnahme der relativen Steifigkeit eines Stockwerkes abzuschätzen gegenüber einer vollen Wandscheibe die als Richtmass dient.

Die Kenntniss dieser Einflusszahlen gestattet dem Entwurfsingenieur im vorhinein diejenigen Wandscheiben zu wählen die das vorteilhafteste Verhalten gewährleisten bei einer bestimmten Verlegungsart in Rahmen der Tragkonstruktion; es wird angenommen dass letztere durch horizontale Kräfte belastet ist und dass der Baustoffbedarf nicht überschritten werden darf.

E. KEINTZEL: Bestimmung der Wechselwirkung zwischen einem mehrstieligem Stockwerkrahmen und dem Baugrund

Der Autor befasst sich mit einem Rechenverfahren das gestattet die Wechselwirkung zwischen einem mehrstieligem Stockwerkrahmen und dem Baugrund zu erfassen; das Verfahren ist leicht zugänglich ohne aber dafür wirklichkeitsfremde Vereinfachungen einzuführen, wie im Falle des Werkes: ,,The Settlement Analysis of Building Frames" von G. G. Meyerhof im Jahre 1953 veröffentlicht. Die abgeleiteten Gleichungen sind eine folgerichtige Verallgemeinerung derjenigen Gleichungen die im Artikel: ,,Bestimmung der Zusammenarbeit zwischen Stahlbetonrahmenwerke und Baugrund", von E. Keintzel im No. 12/1967 unserer Zeitschrift veröffentlicht.

N. I. VOINA: Wiederholtes Rütteln und dessen Einfluss auf die Dauerverformungen der Betone

Die Herabsetzung der Verformungen aus Schwinden und Kriechen ist von besonderem praktischem Interesse sobald man die negativen Einflüsse berücksichtigt die sich daraus ergeben. Da ein wiederholtes Rütteln die Anfangsverformungen aus Schwinden herabsetzen, wird es möglich auch die Dauerverformungen herabzusetzen; die tatsächlichen Werte hängen ab von der mineralogischen Zusammensetzung der Zemente, vom Wasser/Zement Wert und dem eigentlichen Rüttelverfahren.

V. IONESCU: Widerstands-Leichtbeton. Aufbereitung, Eigenschaften, Anwendungsbereich

Der Widerstands-Leichtbeton, hergestellt aus künstlichen Leichtzuschlagstoffen, wird neuerlich für die Ausführung von verschiedenen Baufertigteilen und Gebäudestrukturen mit den gewagtesten Abmessungen verwendet und ersetzt in zahlreichen Fällen, als Folge der gebotenen technisch-wirtschaftlichen Vorteile, den Widerstands-Schwerbeton.

In Anbetracht dessen, dass auf Grund der Sicherstellung der Produktion von künstlichen Leichtzuschlagstoffen auf Grund von Quellton (Granulit), die Verwendung des Widerstands-Leichtbetons im Rumäniens stark erweitert wird, hebt der Verfasser einige der wichtigsten Unterschiede zwischen den Eigenschaften des Widerstands-Leichtbetons und den ähnlichen Eigenschaften des Widerstands-Schwerbetons hervor, deren Kenntnis für die Forchung, Projektierung und Ausführung nötig ist.

F. MERCEA: Pneumatische Förderverfahren — die Förderverfahren der Zukunft

Der Autor berichtet in kurzem über das pneumatische Förderverfahren das vor einigen Monaten dem Betrieb übergegeben wurde im Projektierungsinstitut des Ministeriums für Leichtindustrie.

СОДЕРЖАНИЕ

Г. ДИМА, З. КЕХАЙАН: Восстановление вертикальности водонапорной башни емкостью в 500 м³

Авторы описывают метод, примененный при восстановлении вертикальности водонапорной башни (высота: 38,70 м; емкость: 500 м³), вершина которой, вследствие непредвиденного наводнения, происшедшего при испытательном загружении водой и неравномерной осадкой грунта, откланилась на 80 см от вертикали.

Восстановление башин осуществлено при помощи контролируемых осакод, полученных при извлечении грунта из под ее сплошного фундамента, что производилось горизонтальным бурением на стороне, противоположной отклонению от вертикали.

К. КАПЭТУ: Соображения относительно проектирования и производства коротких элементов из предварительно напряженного бетона с арматурой из стержней периодического профиля натянутой на упоры.

Основываясь на результатах испытания и обследования 51 короткой преднапрэженной оттэжки доказывается существование процесса ослабления, под воздействием нагрузок, совместной работы между бетоном и арматурой исследованных элементов. Ослабление совместной работы находится под влиянием ряда факторов, проанализированных в статье. В заключение, формулируется ряд мероприятий, которые необходимо учесть при проектировании и изготовлении с целью обеспечения нормального поведениэ коротких элементов; предлагается пополнить существующие нормы упомянутыми мероприятиями.

К. ДАЛБАН: Из опыта проектирования металлических сооружений. Современные вопросы, касающиеся выбора стали для сварных металлических сооружений

Статья обращается к инженерам строителям, работающим в области проектирования, производства работ и монтаже металлических конструкций и задаётся целью о предоставлении синтеза современных вопросов, связанных с выбором стали для сварных металлических конструлций. Автор затрагивает по очереди факторы, определяющие хрупкий излом стали (факторы металлургические, факторы относящиеся к состоянию напряжений, влияние температуры) и приводит не сколько примеров хрупкого излома, из которых можно проверить влияние этих факторов; пути для обеспечения конструкций против хрупкого излома; категории сооружений и классы стали соответствующие им.

|А. ШЕСАН,| В. ДАСКЭЛУ: Исследование на моделях изменения жесткости диафрагм в зависимости от распределения проемов.

Описаны результаты исследования и экспериментирования на моделях изменения жесткости диафрагм в зависимости от распределения проемов. Для диафрагм с двумя рядами проемов и соотношением площади проемов к площади диафрагмы равным 0,2 определены качественные коэффициенты снижения относительной жесткости по уровням, отнесенной к эталонной сплошной диафрагме.

Зная значения указанных коэффициентов, проектировшика может еще в начальном этапе своей работы принять вид диафрагм, которые при одинаковом рас ходе материалов будут иметь поведение наиболее благоприятное для определенного распределения горизонтальных усилий в несущей схеме.

Е. КАЙНЦЕЛ: Расчет взаимодействия этажных многопролетных рам и основанием

Автор выводит расчет взаимодействия между этажными многопролетными рамами и основанием, который возможно привести к простому виду без необходимости упрощений — далекий от действительности — которые использует Г. Г. Майерхоф в своей книге изданной в 1953 г. Выведенные уравнения получены обобщением уравнений, приведенных в статье ,,Расчет совместной работы рамных железобетонных зданий и сооружений и основания'', опубликованной Е. Кайнцелем в номер 12/1967 нашего журнала.

Н. И. ВОЙНА: Влияние повторного вибрирования на долговременные деформации бетона

Вопрос снижения деформации при медленной сжимаемости и текучести представляет особый интерес если принять во внимание отрицательные последствия, производимые в зданиях и сооружениях данными явлениями. Учитывая, что повторное вибрирование уменьшает первоначальную сжимаемость, создаётся предпосылка к тому, чтобы и долговременные деформации уменьшились бы, так как их действительные значения зависят от минералогической природы цемента, от водоцементного соотношения и от критериев повторного вибрирования.

И. ИОНЕСКУ: Несущий лёгкий бетон. Изготовление, свойства, область применения

Лёгкий прочностный бетон, изготовленный из лёгких искусственных агрегатов, всё более и более используется в последние годы, при изготовлении различных видов строительных элементов и несущих частей зданий, весьма незаурядных размеров, и благодаря своим технико-экономическим достоинствам, во многих случаях, заменяет несущий тяжёлый бетон.

Учитывая, что обеспечение изготовления лёгких искусственных агрегатов из вспученной глины (гранулита) позволит, в Румынии, широко распространить производство сборных элементов и монолитных зданий и сооружений из лёгкого, несущего бетона, автор выявляет некоторые принципиальные различия между свойствами несущего лёгкого бетона и сходными свойствами несущего тяжёлого бетона, так как эти различия необходимо знать как при исследоательских работах, так и при проектировании и производстве работ.

Ф. МЕРЧА: Пневматический транспорт — транспорт будущего

Автор, вкратце, описывает пневматический транспорт пущенный в ход несколько месяцев тому назад в Проектном Институте Министерства Лёгкой Промышленности.

KÖNYVTÁRES ... (library stamp)

REDRESAREA UNUI CASTEL DE APĂ DE 500 m³

Dr. ing. G. DIMA, ing. Z. KEHAIAN
INCERC — București

Castelul de apă de la Complexul de porcine al IAS-Baldovinești (jud. Brăila) este o construcție din beton armat cu o înălțime totală de 38,70 m, fundată la 3,85 m de la fața terenului, pe un radier circular cu diametrul de 13 m.

Corpul cilindric de 29,0 m înălțime, realizat prin glisare, are un diametru exterior de 6,18 m și susține rezervorul de 500 m³ capacitate (fig. 1) [Proiect tip nr. 2005 adaptat].

Terenul de fundare este constituit dintr-un depozit de loess de circa 10 m grosime, după care urmează un complex de depuneri fine alcătuite din nisipuri argiloase și argilă vînătă.

Apa apare la adîncimea de 9—10 m. În faza finală a execuției, la efectuarea probelor de încărcare cu apă, s-a produs un accident tehnic la conductele de evacuare, care a provocat inundarea terenului din jurul fundațiilor. În urma acestei inundări s-a produs o tasare neuniformă și o înclinare a castelului, cu o deviere de la verticală de 80 cm la partea superioară a acestuia. În situația creată, castelul nu mai putea fi dat în exploatare înainte de redresarea lui și consolidarea terenului de fundare.

Dată fiind urgența cu care trebuia realizată redresarea, s-a renunțat la metoda folosită pînă în prezent, bazată în principiu pe umezirea terenului de fundare și eventual lestarea în partea opusă înclinării.

Pe lîngă durata foarte mare și costul ridicat al lucrărilor, această metodă dă loc încă la multe alte dificultăți, printre care: reducerea capacității portante a terenului și continuarea procesului de tasare a castelului o perioadă îndelungată după redresare din cauza introducerii unor cantități foarte mari de apă în teren (de ordinul sutelor de mii de litri), greutăți la consolidarea terenului de fundare după redresare, manipularea unor cantități importante de lest (de ordinul sutelor de tone) etc.

De asemenea, metoda bazată pe umezire nu poate fi utilizată în cazul existenței unor construcții în imediata vecinătate a castelului, întrucît acestea ar putea fi afectate de umezire.

Procedeul folosit în cazul castelului de apă de la IAS-Baldovinești, prezentat în capitolul 2, înlătură toate aceste dificultăți.

1. Studii geotehnice și măsurători inițiale

Pentru stabilirea soluției de redresare și a metodei de consolidare a terenului de fundare s-au executat:

- Două sondaje deschise: unul în partea înclinării, iar celălalt în partea opusă, pînă la nivelul tălpii radierului, recoltîndu-se monoliți din 0,5 în 0,5 m și de sub talpa fundației.
- Opt foraje de 2″ în jurul castelului, pînă la adîncimea de 10 m, cu recoltare de probe tulburate.

Din analizele de laborator efectuate au rezultat porozități (n) ale pămîntului de 49—50%, umidități (w) variind între 16 și 20% și o sensibilitate convențională la umezire (i_{m3}) de 5—7%.

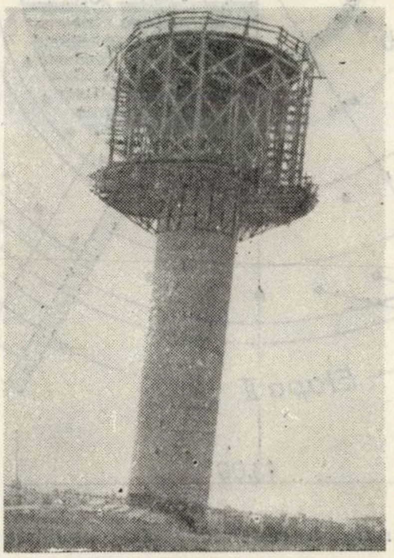


Fig. 1 — Castelul înclinat

De asemenea, studiile de laborator și experimentările prealabile de teren au arătat posibilitatea consolidării terenului de fundare prin silicatizare.

- Măsurători speciale de tasare cu folosirea reperilor tip INCERC montați în pereții castelului (fig. 2), la cca 0,40 m înălțime de la nivelul trotuarului, și măsurători topometrice în scopul obținerii datelor inițiale de calcul pentru stabilirea condițiilor de redresare.

De asemenea, pe peretele interior al castelului, în dreptul fiecărui reper, s-au montat mire

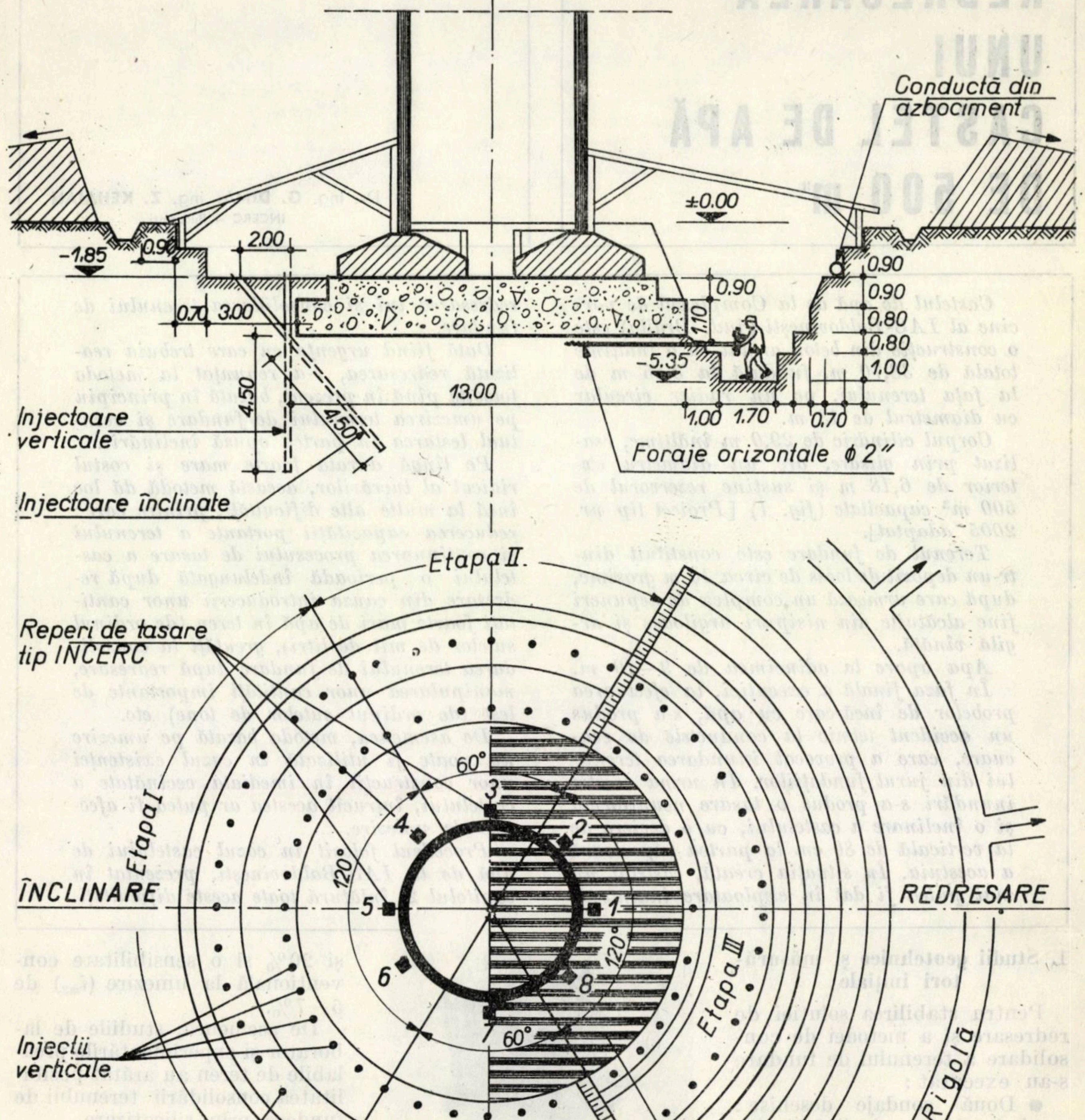


Fig. 2 — Lucrări de redresare a castelului și de consolidare a terenului de fundare

gradate, pe care s-au fixat tuburi de nivel legate la un vas comun (fig. 3) pentru urmărirea mișcării castelului, atît înainte de redresare, cît și pe toată durata de efectuare a acestei operații.

2. Procedeul de redresare și execuția lucrărilor

În principiu, redresarea s-a realizat prin provocarea unor tasări dirijate, ca urmare a extragerii pămîntului de sub radier prin forare orizontală în partea opusă înclinării.

Pentru crearea condițiilor de lucru s-a realizat mai întîi o excavație în jurul radierului, conform celor arătate în figura 2.

Forajele orizontale de 2″ s-au executat la 0,20 m sub talpa fundației la distanțe de 3—4 cm între ele, pornind din axul înclinare-redresare simetric de o parte și de alta, într-un ritm astfel determinat încît, prin extragerea unei cantități corespunzătoare de pămînt de sub radier, să se asigure o viteză de redresare (revenire la verticală) de circa 1,6 cm/zi, la nivelul superior al castelului.

Pe măsura tasării, datorită strivirii pămîntului dintre foraje, operațiile de forare s-au reluat pînă la obținerea redresării necesare.

Ritmul de redresare s-a verificat zilnic, atît prin măsurători topometrice la reperii montați în corpul castelului, cît și prin citiri la tuburile de nivel.

Întrucît glisarea corpului cilindric al castelului s-a făcut cu o înclinare inițială în raport cu axul vertical al rezervorului, nu a fost necesară readucerea lui complet la verticală, ci numai la situația în care rezultanta tuturor forțelor verticale să cadă în centrul de simetrie al tălpii radierului.

Astfel, conform celor stabilite prin calcul, redresarea s-a oprit atunci cînd devierea maximă de la verticală, la nivelul superior al castelului, s-a redus de la 80 cm, cît era inițial, la 15 cm după terminarea lucrărilor de redresare.

În faza finală a redresării, în vederea distrugerii spațiilor dintre foraje și evitării unor tasări ulterioare, s-au introdus sub talpa fundației, la distanța de 1,0 m între ele, 13 injectoare orizontale de 4,50 m lungime, din care 1,50 m țeavă perforată, prin care s-a introdus o cantitate de 4,77 m³ de apă sub presiune.

Din figura 4 rezultă modul în care s-a desfășurat procesul de redresare a castelului, stabilit pe baza citirilor la furtunurile de nivel.

La scara luată pentru diferențele de tasare (1 cm = 1 cm), fiecare linie din figură reprezintă variația în timp a tasărilor relative ale fiecărui reper în raport cu reperul 5 care a fost luat ca referință.

La o scară aleasă în mod corespunzător, linia 1, care dă variația tasării relative a reperului 1 în raport cu reperul 5, reprezintă în același timp și variația revenirii la verticală a axului corpului cilindric al castelului (variația în timp a deplasării pe orizontală a axului la nivelul superior al castelului).

Gruparea, două cîte două, a liniilor corespunzătoare reperilor dispuși simetric față de linia redresare-înclinare arată că, pe toată durata desfășurării lucrărilor, s-a putut asigura o revenire la verticală a castelului pe direcția dorită, prin rotirea în planul vertical cuprinzînd linia redresare-înclinare. Aceasta arată că procedeul folosit a permis dirijarea fără dificultăți a procesului de redresare, dînd astfel satisfacție deplină în ceea ce privește posibilitatea stăpînirii fenomenului.

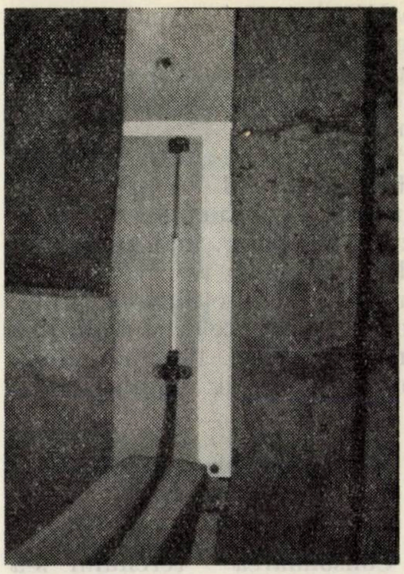


Fig. 3 — Mire cu tuburi de nivel

Totodată, faptul că durata efectivă a redresării a fost de numai 40 de zile constituie, de asemenea, o confirmare a eficacității acestui procedeu.

În cadrul operației de redresare a castelului de la Baldovinești s-a folosit și avantajul înlocuirii lestului, greu de manipu-

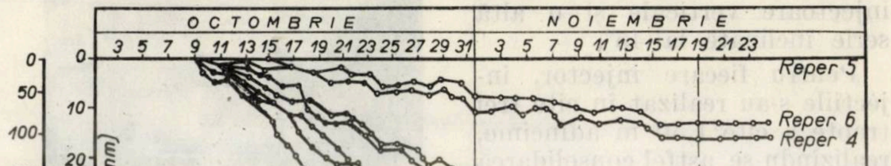


Fig. 4 — Graficul redresării castelului

lat, cu însăşi greutatea rezervorului care a fost plin cu apă pe toată durata de execuţie a forajelor orizontale sub radier.

Pentru a permite mişcarea liberă a castelului şi a evita ruperea conductelor şi inundarea lucrărilor, înainte de umplerea cu apă a rezervorului s-a procedat la secţionarea provizorie a conductelor şi realizarea unor racorduri flexibile, după cum se vede în figura 5.

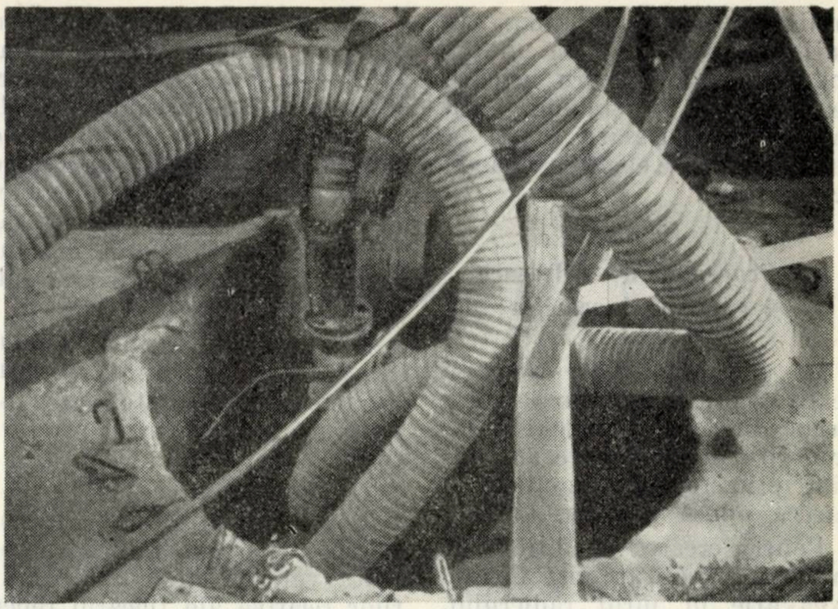


Fig. 5 — Racorduri flexibile la conductele castelului

3. Consolidarea terenului de fundare

Consolidarea terenului s-a făcut în scopul de a reduce la minimum pericolul producerii unor tasări suplimentare în eventualitatea unei noi inundări accidentale.

S-a aplicat metoda silicatizării, după o prealabilă verificare a eficacităţii ei prin încercări de laborator şi experimentări de teren, în condiţiile terenului de fundare a castelului de apă de la Baldovineşti. Aceste încercări au arătat posibilitatea consolidării cu o soluţie de silicat de sodiu tip S.D. cu modulul de silicat 3, avînd densitatea 1,13—1,14.

Schema de consolidare şi modul de organizare a lucrărilor rezultă din figura 2.

După cum se vede, introducerea soluţiei de silicat în pămînt s-a făcut prin o serie de injectoare verticale şi o altă serie înclinate la 45°.

Pentru fiecare injector, injecţiile s-au realizat în cîte trei trepte a cîte 1,50 m adîncime, realizîndu-se astfel consolidarea terenului pe o adîncime de circa 4,50 m.

Pe conturul radierului, lucrările de consolidare s-au organizat în trei etape. În etapa I, realizată încă înainte de începerea lucrărilor de redresare, consolidarea terenului s-a făcut în partea înclinării castelului pe o zonă cuprinsă sub un unghi de 120°. Lucrul s-a organizat astfel încît să se păstreze în permanenţă simetria injecţiilor în raport cu linia redresare-înclinare pentru a evita eventualele mişcări ulterioare ale castelului în direcţii nedorite.

Consolidarea în prima etapă a zonei menţionate a urmărit şi scopul de a crea, în zona înclinării maxime, un reazem care să favorizeze forţarea mişcării castelului, a rotirii lui, în sensul redresării.

Etapa a II-a a lucrărilor de silicatizare s-a realizat pe două zone simetrice în raport cu linia redresare-înclinare, cuprinse sub unghiuri de cîte 60°. Injecţiile au fost începute numai după terminarea procesului de redresare, pentru a nu se crea

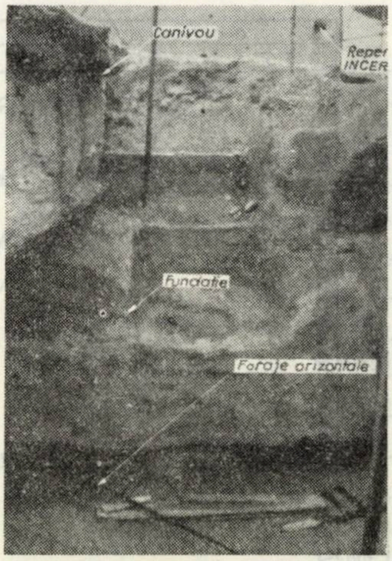


Fig. 6 — Aspect al canivoului — fundaţie

condiţii defavorabile de desfăşurare a acestui proces.

Concomitent cu injecţiile din etapa a II-a s-au executat şi lucrările de umplere cu loess bine compactat a excavaţiei din care s-au executat forajele orizontale, pînă la un nivel convenabil ales pentru a nu îngreuna înfigerea injectoarelor în etapa următoare de consolidare, a III-a, şi a evita în acelaşi timp refularea la suprafaţă a soluţiei injectate.

După terminarea consolidării s-au prevăzut: executarea lucrărilor de refacere a sistemului canivou-instalaţii (fig. 6), care avusese de suferit în urma înclinării castelului, luarea unor măsuri pentru eliminarea pericolului de refulare a apei din canalizare în canivou pe distanţa pînă la căminul de racord, precum şi măsuri pentru sistematizarea terenului în jurul castelului şi executarea unor trotuare corespunzătoare.

4. Măsuri speciale la executarea lucrărilor de redresare a castelului şi de consolidare a terenului de fundare

După cum s-a arătat mai sus, pentru execuţia forajelor orizontale în vederea redresării a fost necesară dezvelirea radierului pe o zonă destul de largă

şi executarea unei excavaţii laterale pînă la o cotă cu mult inferioară cotei tălpii radierului (cu 1,50 m sub această cotă — fig. 2). Adîncimea totală a excavaţiei, măsurată de la nivelul terenului natural, a fost de 5,35 m. În aceste condiţii (rezervorul fiind în permanenţă plin), au trebuit luate măsuri speciale de evitare a inundării excavaţiei cu apa din instalaţii sau cu ape acumulate din precipitaţii (ploi torenţiale). O asemenea inundare putea duce la compromiterea lucrărilor, constituind în acelaşi timp un pericol, atît pentru stabilitatea construcţiei, cît şi în ceea ce priveşte asigurarea securităţii muncitorilor.

În afara unor pante şi sprijiniri corespunzătoare pentru taluzul săpăturii, s-a luat măsura ca toate lucrările să se execute sub protecţia unui şopron cu schelet realizat din ţevi metalice de schelărie, acoperit cu folie de polietilenă (fig. 2). De asemenea, s-a amenajat terenul în jurul castelului, executîndu-se rigole şi cavalieri cu pante suficient de mari care

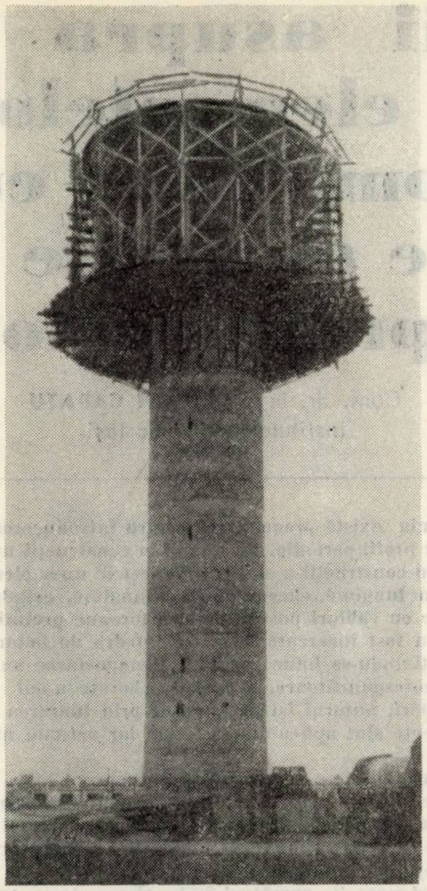


Fig. 7 — Castelul redresat

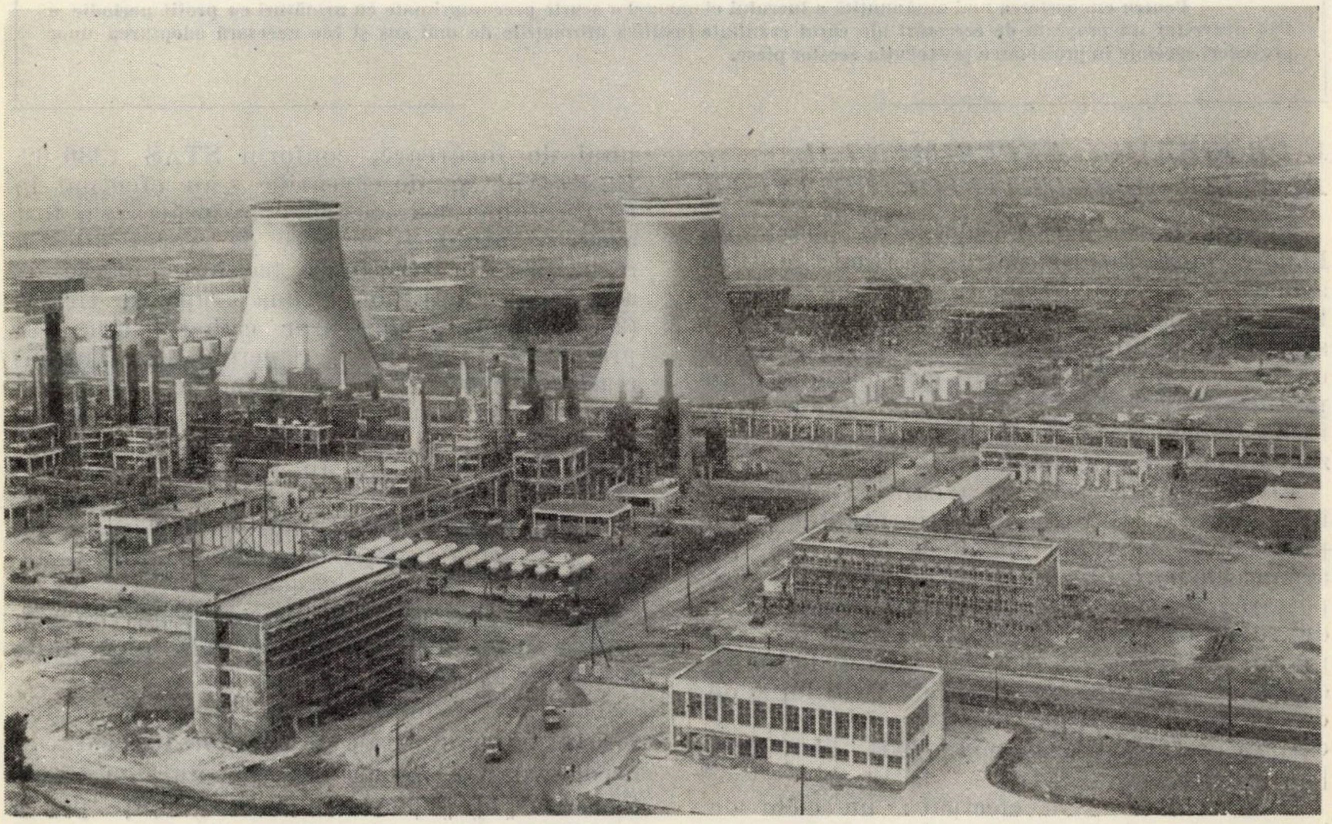
să asigure îndepărtarea rapidă a apelor din ploi la distanţa de minimum 10,0 m de la creasta taluzului săpăturii.

În afară de acestea, s-a organizat supravegherea permanentă (zi şi noapte) şi un sistem corespunzător de comunicare pentru asigurarea pompării apei din excavaţie în cazul unei defecţiuni la sistemul de racorduri flexibile ale conductelor sub presiune.

S-a avut în vedere şi faptul că o conductă din azbociment, făcînd parte din reţeaua de alimentare cu apă şi care nu a putut fi întreruptă în perioada de execuţie a redresării, trecea chiar prin amplasamentul lucrării (fig. 2) constituind şi ea un pericol deosebit în caz de avarie.

Mulţumită măsurilor luate, lucrările s-au desfăşurat normal, fără dificultăţi sau accidente şi cu o durată de execuţie mult mai redusă în raport cu alte lucrări similare executate în ţara noastră.

În figura 7 se vede castelul redresat şi cu lucrările de consolidare şi amenajare a terenului terminate.



Platforma chimică de la Piteşti

Consideraţii asupra proiectării şi execuţiei elementelor scurte de beton precomprimat cu armături preîntinse alcătuite din bare cu profil periodic

Conf. dr. ing. **CHIMON CAPATU**
Institutul politehnic Iaşi

La ora actuală, în R. S. România există preocuparea pentru introducerea pe scară largă a elementelor precomprimate cu armături alcătuite din bare cu profil periodic, nu numai în construcţii unicat, ci şi ca elemente prefabricate de serie; astfel, Institutul de proiectări pentru construcţii a elaborat proiectele unor elemente precomprimate de catalog pentru structuri de hale industriale (cheson de 6 m lungime, cheson de 12 m lungime, grindă de 12 m lungime şi grindă de 18 m lungime) în variante paralele de armare: cu cabluri postîntinse, cu toroane preîntinse şi cu bare de tip PC 90 preîntinse. Prototipurile cu bare PC 90 preîntinse au fost încercate de către catedra de beton armat de la Institutul politehnic Iaşi în colaborare cu filiala INCERC Iaşi, obţinîndu-se bune rezultate. Comportarea sub sarcini a elementelor menţionate s-a dovedit apropiată de prevederile normelor corespunzătoare, de curînd elaborate la noi [10], [11].

Avînd în vedere aceste preocupări, autorul îşi propune ca prin lucrarea de faţă să supună atenţiei următoarele:

a) normele de proiectare existente sînt aplicabile în forma lor actuală numai pentru elementele lungi, de tipul celor specificate mai sus, la care:

— conlucrarea dintre beton şi armătură se menţine pînă la rupere;

— există o variaţie certă a efortului de pretensionare din armături, pe lungimea elementului;

b) normele de proiectare nu sînt aplicabile, sub forma lor actuală, în cazul elementelor scurte, unde:

— există pierderi de conlucrare în stare să modifice substanţial comportarea acestor elemente, mai ales în domeniile de solicitare corespunzătoare precomprimării parţiale;

— variaţia eforturilor de pretensionare din armături, în lungimea elementului, este mică.

În această categorie se situează multe piese precomprimate de mică deschidere: elemente de rezistenţă pentru planşee, pane de acoperiş, chesoane, bare întinse din grinzile cu zăbrele, traverse pentru cale ferată normală, traverse pentru căile de rulare ale macaralelor (un astfel de tip de traverse a fost recent experimentat în cadrul catedrei de beton armat Iaşi, pentru Ministerul Transporturilor), buiandrugi etc.

Pentru cunoaşterea mai amănunţită a lucrului elementelor scurte precomprimate cu armături cu profil periodic a fost dezvoltat un program de cercetări ale cărui rezultate justifică afirmaţiile de mai sus şi fac necesară adoptarea unor prevederi speciale în proiectarea şi execuţia acestor piese.

1. *PROGRAMUL EXPERIMENTAL. ANALIZA REZULTATELOR OBŢINUTE*

Pentru studii s-a considerat că piesele de lungime mică, întinse centric, de tipul tiranţilor armaţi central cu o singură bară sau cu două bare pretensionate de tip PC 90, corespund scopurilor propuse. Este unanim recunoscut că tiranţii pot da indicaţii preţioase, atît în privinţa comportării elementelor acţionate la întindere centrică, cît şi în privinţa comportării zonelor întinse ale grinzilor [2].

Programul de cercetări a cuprins studiul şi încercarea a două grupe de tiranţi din beton precomprimat avînd lungimea de 1,50 m, armaţi cu bare de tip PC 90 preîntinse. Comportarea pieselor a fost studiată în domeniile de solicitare corespunzătoare precomprimării parţiale; s-au analizat în special stările limită de decomprimare, de formare a fisurilor şi de deschidere a fisurilor, aşa cum au fost ele definite de Comitetul mixt CEB — FIP [4], [5], [13].

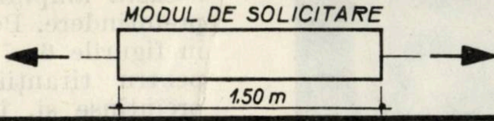
La încercare s-au efectuat: un ciclu de încărcare, unul de descărcare şi apoi iarăşi unul de încărcare, conform STAS 1336-62. Încărcările şi descărcările s-au efectuat în trepte numeroase. Schema de încărcare a fost aceea a întinderii centrice de scurtă durată, realizată prin tracţiunea barelor centrale de armare ale tiranţilor. Prima grupă de tiranţi (24 elemente), ale căror caracteristici sînt prezentate în tabela 1, a permis să se urmărească influenţa variaţiei diametrelor de bară (12 mm, 16 mm, 25 mm) şi procentelor de armare (1% şi 2%) în condiţiile aceluiaşi efort de preîntindere din armături (90% din efortul maxim). S-au prevăzut, de asemenea, elemente-martor neprecomprimate. Tiranţii nu au fost armaţi decît cu bare longitudinale PC 90.

Comportarea tiranţilor-martor a fost extrem de apropiată de prevederile calculului după teoria lui Muraşev.

Tiranţii precomprimaţi au prezentat la încercare particularităţi de comportare ce duc la neconcordanţa datelor experimentale cu datele teoretice [1], [4]. Aceste neconcordanţe pot fi sintetizate după cum urmează:

Tabela 1

DATELE GENERALE ALE TIRANȚILOR EXPERIMENTALI Gr. I



TIPUL ELEMENTULUI							1 (a*, b, c, d)		2 (a*, b, c, d)		Nr. de bucăți B 400
PROCENT DE ARMARE TEORETIC							1.0 %		2.0 %		
	ϕp	σ_0 TEORETIC	SECȚIUNEA TRANSVERSALĂ b cm	h cm	b/h	Ab cm²	NR. DE BARE / Ap: μ REAL	POZIȚIE BARE	NR. DE BARE / Ap: μ REAL	POZIȚIE BARE	
I	$\phi 12$	5400	12	9	1,33	108	1 ϕ 12 / 1,13 cm²: 1,045%	6, 6; 4,5, 4,5	2 ϕ 12 / 2,26 cm²: 2,09%	4, 4, 4; 4,5, 4,5	8
II	$\phi 16$	5400	16	12	1,33	192	1 ϕ 16 / 2,01 cm²: 1,045%	8, 8; 6, 6	2 ϕ 16 / 4,02 cm²: 2,09%	5, 6, 5; 6, 6	8
III	$\phi 25$	5400	26	19	1,37	494	1 ϕ 25 / 4,91 cm²: 0,995%	13, 13; 9,5, 9,5	2 ϕ 25 / 9,82 cm²: 1,99%	8, 10, 8; 9,5, 9,5	8

* Elementele notate cu „a" sînt elemente martor nepretensionate

a — Sarcinile de decomprimare sînt mai mici și cele de formare a fisurilor mai mari decît valorile teoretice.

b — Fisurarea în secțiuni transversale (care este preponderentă) este precedată de un proces de fisurare din despicare la capetele tiranților (fig. 1).

c — Distanțele dintre fisurile transversale sînt mai mari decît valorile calculate și decît distanțele între fisuri la tiranții-martor.

d — Deschiderile fisurilor sînt mai mici decît valorile calculate.

e — Deformațiile elementelor sînt mai mici decît valorile calculate.

S-a observat că sporirea diametrelor de bară și a procentelor de armare accentuează neconcordanțele specificate. S-au atins aici unele cazuri limită semnificative :

— pierderea totală a conlucrării la experimentare, atunci sînd diametrul barelor sporește de la 12 mm la 25 mm, procentul de armare fiind același, 1% (fig. 2) ;

— distrugerea prin despicare a elementului chiar de la transfer, atunci cînd diametrele sporesc de la 12 mm la 25 mm și procentele de armare cresc de la 1% la 2% (fig. 3).

Cea de-a doua grupă de tiranți (27 elemente) armați cu o singură bară Ø 16 mm PC 90, $\mu = 1\%$, ale căror caracteristici sînt precizate

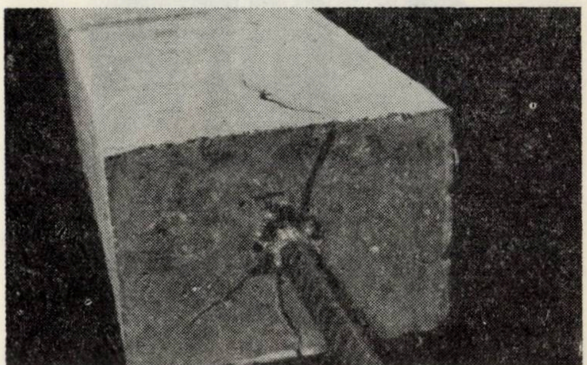
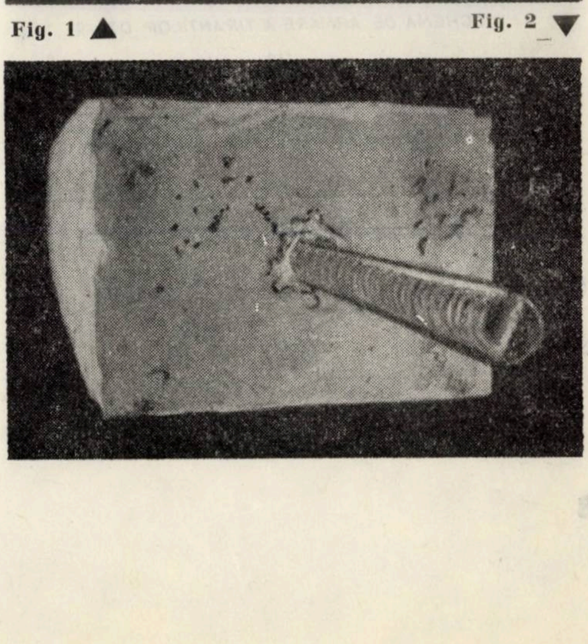


Fig. 1 ▲ Fig. 2 ▼



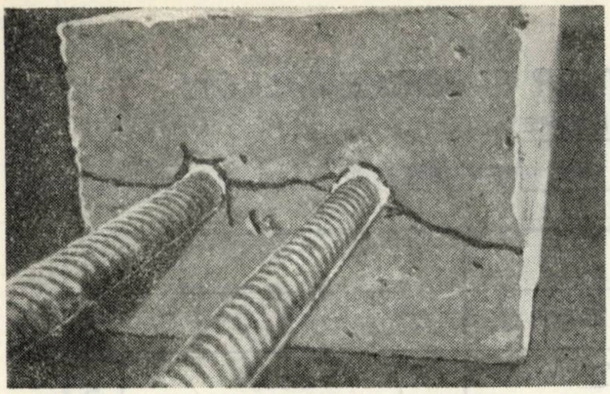


Fig. 3

în tabela 2, a permis să se analizeze următoarele probleme :

— influența nivelului de preîntindere din armături ($\sigma_0 = 0$, 3000, 4000, 5000 și 6000 kgf pe cm²) asupra comportării tiranților ;

— influența fretajelor dispuse la capetele elementelor (fig. 4) ;

— influența armăturii pasive și a etrierilor (fig. 5).

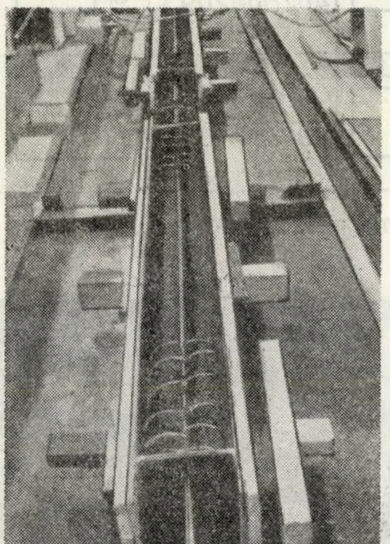


Fig. 4

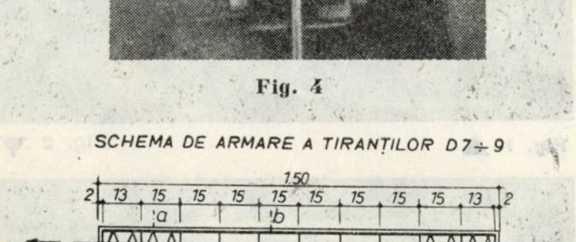


Fig. 5

S-a constatat că neconcordanțele dintre rezultatele experimentale și valorile teoretice, specificate mai sus, se mențin și aici, ele fiind de data aceasta amplificate de creșterea nivelului de preîntindere. Pentru exemplificare, se prezintă în figurile 6, 7, 8, 9 curbele forțe-deformații pentru tiranții armați numai cu armături preîntinse și, în fig. 11, aspectul unora din elemente aranjate în sensul crescător al forțelor de preîntindere (tirantul A_3 este element martor).

Experimentările arată că pentru a avea o comportare normală, nivelul de preîntindere nu trebuie să depășească 4000 kgf/cm² în aceste cazuri.

Dispunerea de fretă dublă la capete, conform fig. 4, ameliorează sensibil comportarea tiranților în toate fazele de încărcare și diminuează astfel abaterile dintre valorile experimentale și cele teoretice. Aspectul unor elemente din această categorie este prezentat în fig. 11.

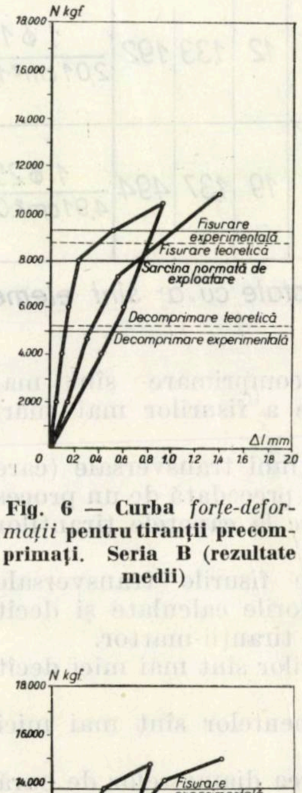


Fig. 6 — Curba *forțe-deformații* pentru tiranții precomprimați. Seria B (rezultate medii)

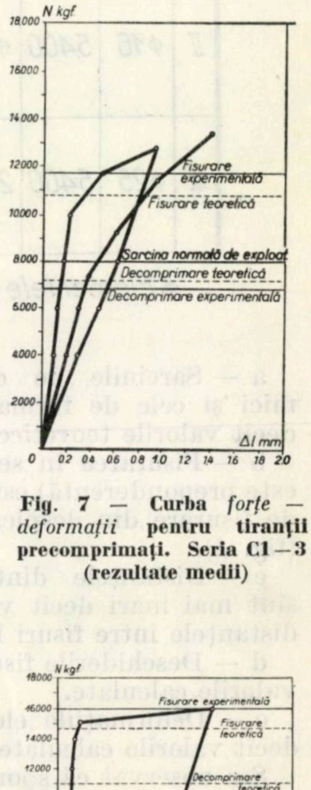


Fig. 7 — Curba *forțe — deformații* pentru tiranții precomprimați. Seria C1—3 (rezultate medii)

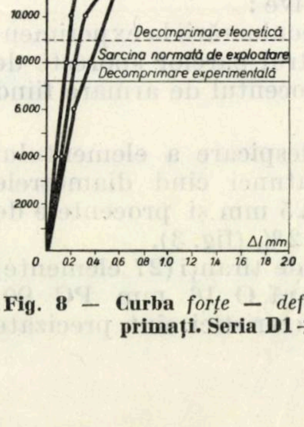


Fig. 8 — Curba *forțe — deformații* pentru tiranții precomprimați. Seria D1÷3 (rezultate medii)

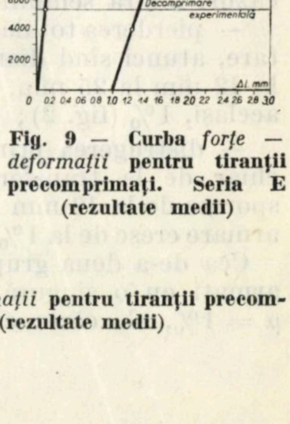


Fig. 9 — Curba *forțe — deformații* pentru tiranții precomprimați. Seria E (rezultate medii)

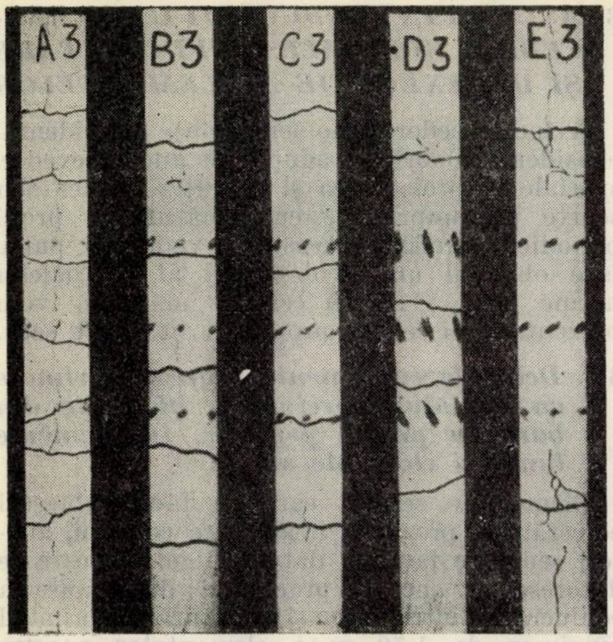


Fig. 10

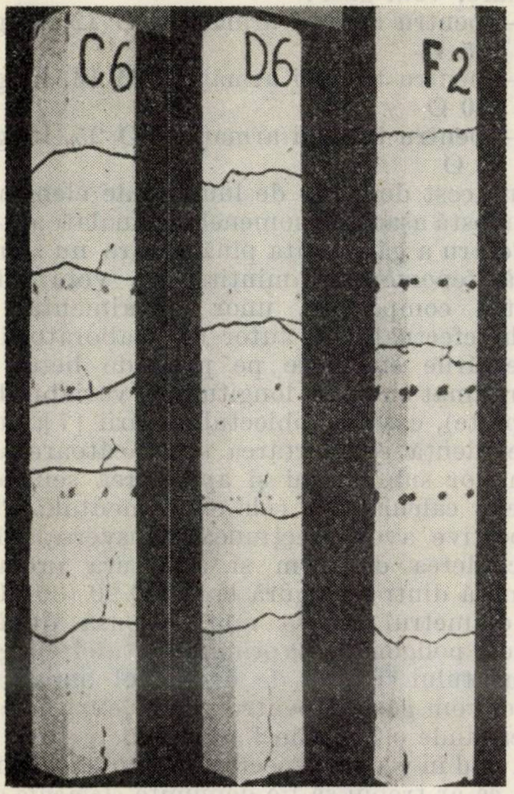


Fig. 11

Dispunerea de armătură longitudinală pasivă din OB 38 într-un procent de armare de 1% (egal cu cel al armăturii preîntinse), precum și de etrieri, conform fig. 5, s-a dovedit un factor ameliorator suplimentar [4]. Aspectul elementelor din această categorie este prezentat în fig. 12.

Experimentările dovedesc că, în condițiile dispunerii de fretaje la capete și de armătură pasivă într-un procent de armare judicios, comportarea satisfăcătoare a elementelor se menține pînă la un efort de preîntindere (σ_0) de 5000 kgf/cm^2.

În toate cazurile de alcătuire, însă, elementele avînd efortul de preîntindere din armături de 6000 kgf/cm^2 au avut o comportare necorespunzătoare sub încărcări; s-au înregistrat aici sarcini de decomprimare scăzute și sarcini de fisurare ridicate (fig. 9), fisuri foarte puține și cu deschideri mari (fig. 10 tirant F_3, fig. 11 tirant F_2) și, de asemenea, deformații remanente mari (fig. 9).

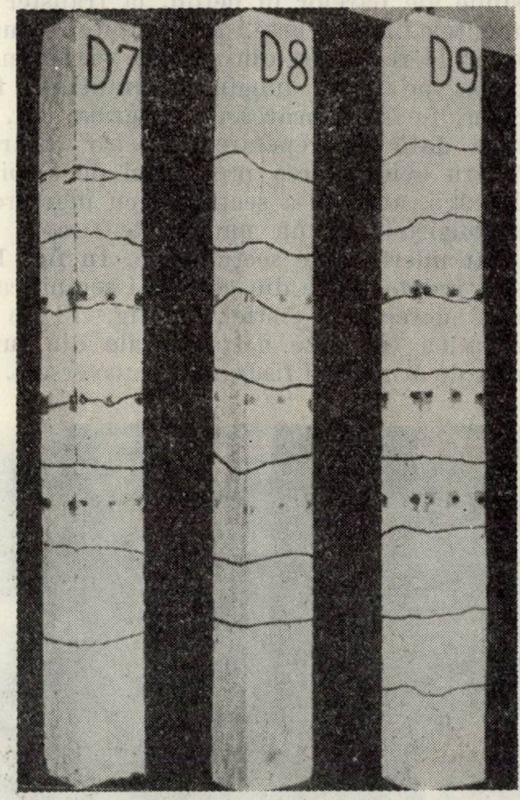


Fig. 12

2. *UNELE ASPECTE ALE CONLUCRĂRII DINTRE BETON ȘI ARMĂTURĂ ÎN CAZURILE STUDIATE*

În legătură cu cele prezentate mai sus, este de remarcat că toți factorii studiați au largi implicații în procesul de conlucrare dintre beton și armătură, ceea ce sugerează că neconcordanțele dintre datele experimentale și cele calculate trebuie puse în legătură în special cu fenomenul conlucrării. Se poate afirma că în cazul tiranților precomprimați studiați avem de-a face cu un proces de slăbire a conlucrării dintre beton și armătură, depinzînd nemijlocit de factorii citați. Se poate observa că acei factori care influențează comportarea tiranților precomprimați în sensul măririi abaterilor de la previziunile calculului accentuează și alunecarea barelor în beton, iar acei factori care au un efect ameliorator limitează totodată și alunecarea barelor.

Primele indicații referitoare la aspectele de mai sus ne-au fost furnizate de probele prelimi-

nare de smulgere [4]. Cu ajutorul metodei dinamice de determinare a caracteristicilor de ancorare, puse la punct de autor [3], [4], s-au putut stabili niveluri destul de scăzute ale eforturilor din bare (4000...5000 kgf/cm²), de la care începînd, alunecările barelor devin importante; s-a mai putut stabili că prezența fretei duble reduce aceste alunecări în proporții însemnate.

Menționăm, de asemenea, că au fost măsurate la capetele tiranților precomprimați intrări sensibile ale barelor în beton, la transfer [4]. Elementele fiind scurte, este de presupus că deplasările reciproce dintre bare și beton s-au transmis pe toată lungimea tiranților, fie la transfer, fie sub încărcările exterioare și, mai ales, o dată cu repetarea acestor încărcări.

Pentru evidențierea procesului de slăbire a conlucrării, autorul a secționat cu îngrijire, în sens longitudinal, un număr de tiranți și a analizat microscopic secționările. În fig. 13 și 14 sînt redate unele din cele mai semnificative aspecte detectate. Astfel, în fig. 13 se pot observa cu claritate desprinderile din lungul barelor de armare și fisurarea transversală.

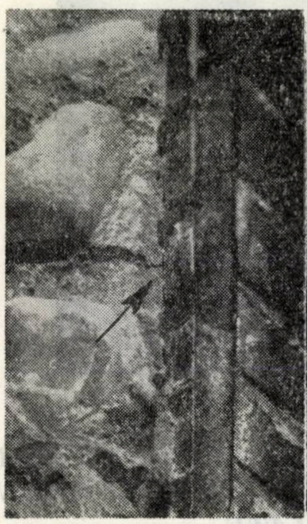


Fig. 13

Fig. 14

Figura 14 redă aspectul amprentei pe beton a barei de armare și un sistem de fisuri perpendiculare pe nervurile barei; acest lucru indică prezența unui efort de tracțiune dirijat în lungul nervurilor transversale, deci prezența fenomenului de torsiune internă a barei de armare. Se pare că fenomenul își are cauza, pe de o parte, în imperfecțiunile de laminare ale barelor (șerpuirea profilaturii) și, pe de altă parte, în tehnologia de îmbinare și de pretensionare.

Constatările efectuate, precum și o serie de studii suplimentare au dus la concluzia că procesul de conlucrare se desfășoară după un anumit mecanism în cazurile studiate; în lucrarea [4] autorul prezintă acest mecanism care explică neconcordanțele specificate la punctul 2.

3. *ASUPRA INTRODUCERII UNOR PREVEDERI SPECIALE DE PROIECTARE ȘI DE EXECUȚIE A ELEMENTELOR*

Avînd în vedere fenomenele puse în evidență, considerăm oportună adoptarea unor prevederi speciale în proiectarea și execuția elementelor scurte precomprimate cu armături cu profil periodic, preîntinse. Aceste prevederi ar putea face obiectul unor completări ale actualelor norme [10], [11]. În cele de mai jos, vom prezenta o serie de propuneri în acest sens.

3.1. *Delimitarea elementelor precomprimate cu armături preîntinse alcătuite din bare cu profil periodic, în elemente lungi și elemente scurte*

Elementele scurte, care au făcut obiectul cercetărilor, prezintă, în anumite condiții, abateri sensibile față de datele calculate, care se datoresc în special procesului de slăbire a conlucrării dintre beton și armătură. Exprimînd lungimea de 1,50 m a elementelor noastre experimentale funcție de diametrul barelor de armare, vom găsi:

— pentru tiranții armați cu Ø 12, lungimea $l = 125$ Ø

— pentru tiranții armați cu Ø 16, lungimea $l = 100$ Ø

— pentru tiranții armați cu Ø 25, lungimea $l = 60$ Ø

În acest domeniu de lungimi de elemente se manifestă așadar fenomenele semnalate anterior.

Pentru a găsi limita pînă la care nu se manifestă fenomenele amintite, ne vom adresa, pentru comparație, unor experimentări mai vechi efectuate de autor și colaboratorii [7]. Încercările efectuate pe pane de beton precomprimat cu profil longitudinal variabil (burtă de pește), care fac obiectul lucrării [7], au pus în evidență comportarea satisfăcătoare a elementelor sub sarcini și apropierea sensibilă a datelor calculate de cele experimentale. Panele respective aveau secțiunea transversală în T, deschiderea de 6 m și armătura preîntinsă formată dintr-o singură bară PC 90 (30HG2S), cu diametrul de 25 mm, dispusă după un traseu poligonal. Exprimînd și aici lungimea elementului funcție de diametrul barei preîntinse, vom găsi că pentru panele experimentale corespunde o lungime $l = 240$ Ø.

Avînd în vedere aspectele prezentate, considerăm că ar trebui să fie denumite *elemente scurte* acele elemente a căror lungime este cuprinsă între 100 și 200 diametre de bară preîntinsă; pentru acest tip de elemente actualele norme [10], [11] nu mai pot fi considerate integral valabile, ele necesitînd completări corespunzătoare.

3.2. *Limitarea lungimii minime globale a elementelor scurte*

Am dori să atragem atenția asupra faptului că micșorarea lungimii pieselor sub o anumită limită comportă riscuri mari. Considerăm că

lungimea minimă a elementelor scurte trebuie să fie de cel puțin 100 diametre de bară pretensionată, în condițiile în care procentele de armare sînt sub 2 %. Dacă se alcătuiesc elemente de lungimi mai mici există riscul compromiterii pieselor, fie prin pierderea conlucrării la încărcare (fig. 2), fie prin despicare la transfer, în cazul în care nu se iau măsuri eficiente de armare transversală (fig. 3), fie prin acțiunea combinată a acestor doi factori. Asemenea cazuri limită am întîlnit la tiranții noștri precomprimați armați cu bare Ø 25 mm, la care lungimea elementelor a fost de numai 60 diametre de bară.

În cazul elementelor scurte trebuie subliniat apoi rolul solicitărilor ciclice asupra capacității de preluare a eforturilor; alunecarea barelor se poate produce în aceste condiții pe toată lungimea pieselor, afectînd caracterul fisurării și al deformațiilor. Rezultă că în asemenea cazuri, în loc de a recomanda anumite lungimi de ancorare, este mult mai utilă stabilirea unor lungimi minime globale, care să ofere garanția unei comportări satisfăcătoare sub sarcini repetate.

3.3. *Limitarea efortului unitar de calcul σ_0 din armătura pretensionată*

În conformitate cu STAS 8000–67 [10] și Îndrumările INCERC [11], efortul unitar de control din armăturile de tip PC preîntinse trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu efortul normat al armăturilor respective (R_p^n = = 6000 kgf/cm²). Ținînd cont de valoarea redusă a pierderilor din faza inițială [4], [7] ș.a., rezultă că, în conformitate cu normele citate, efortul σ_0 maxim ar depăși chiar valoarea admisă de normele sovietice [12], ceea ce ar fi net în defavoarea unei conlucrări eficiente în cazul elementelor scurte. Experimentările noastre dovedesc că depășind valoarea de 4000 kgf/cm² a efortului σ_0, în cazul pieselor fără ancoraje fretate, sau valoarea de 5000 kgf pe cm² a efortului σ_0, în cazul pieselor cu fretaje și armături pasive, elementele respective vădesc puternice slăbiri ale procesului de conlucrare dintre beton și armătură. În această situație, propunem ca în cazul elementelor scurte să se considere limitarea efortului σ_0 la valoarea maximă de 5000 kgf/cm² și numai în condițiile asigurării cu ancoraje de capăt și armături pasive; această prevedere specială ar trebui să înlocuiască actuala formulare a normelor [10] și [11], pentru cazul elementelor scurte.

3.4. *Cu privire la clasele de proiectare*

Una din caracteristicile importante pe care le-au dovedit tiranții precomprimați încercați în cadrul programului nostru experimental a fost aceea că sub efectul sarcinilor de exploatare ei lucrează în clasa a II-a de fisurare, respectiv în *starea limită de formare a fisurilor* după

Tabela 2

Datele generale ale tiranților experimentali din grupa a II-a

Secțiunea transversală: b = 12 cm, h = 16 cm, h/b = = 1,33, A_b = 192 cm²
Lungimea: l = 1,50 m.

Armătura pretensionată: A_p = 2,01 cm² — 1Ø16
Procent de armare: $\mu = A_p/A_b$ = 1,045 %

Calitatea betonului: la transfer B 400, finală B 500
Calitatea oțelului: PC 90 (60.V.M.10)

Solicitarea: întindere centrică de scurtă durată exercitată prin bara centrală de armare

Tipul elementelor	Seria elem.	Indicele	Nr. buc. elem.	Efortul de calcul în armături σ_2 kgf/cm²	Raportul σ_2 efectiv / σ_2 maxim
Martor	A	1			
		2	3	0	—
		3			
Precomprimat	B	1			
		2	3	3 000	1/2
		3			
	C	1			
		2	3	4 000	2/3
		3			
	D	1			
		2	3	5 000	5/6
		3			
	E	1			
		2	3	6 000	1
		3			
Precomprimat avînd la capete ancoraje cu fretă	C	4			
		5	3	4 000	2/3
		6			
	D	4			
		5	3	5 000	5/6
		6			
	F	1			
		2	3	6 000	1
		3			
Precomprimat, avînd și armătură nepretensionată, iar la capete ancoraje fretate	D	7			
		8	3	5 000	5/6
		9			

FIP—CEB, atît în *faza inițială* cît și în *faza finală* [4]. Acest fapt se explică prin valorile mult mai mari ale diferențelor dintre sarcinile de fisurare și cele de decomprimare obținute experimental, în comparație cu diferențele teoretice, adică printr-o extindere reală mult mai mare a domeniului stării limită de formare a fisurilor în comparație cu calculul (vezi fig. 6, 7, 8, 9), datorită mecanismului specific al conlucrării [4].

Se desprinde deci concluzia că nu trebuie urmărită în mod special proiectarea elementelor scurte în clasa a III-a de fisurare; la aceste elemente, armătura necesară asigurării capacității portante, în limita procentelor uzuale de armare cuprinse între 1% și 2%, asigură totodată și lucrul în clasa a II-a de fisurare; desigur că micșorarea procentelor de armare într-o asemenea situație ar fi o aberație.

3.5. *Prevederea de ancoraje la capete și de armătură pasivă*

Cercetările noastre dovedesc existența unei alunecări interne a barelor în beton în toate fazele de încărcare a elementelor precomprimate scurte. Una din măsurile cele mai eficiente pentru limitarea alunecării barelor o constituie dispunerea de ancoraje cu fretă dublă la capetele elementelor, conform fig. 4.

Efectul de limitare sensibilă a deplasării barelor în beton a reieșit cu claritate chiar de la efectuarea probelor preliminare de smulgere pe epruvete cu fretă dublă, la care metoda dinamică de măsurare a caracteristicilor de ancorare ne-a indicat un proces de smulgere în trepte [4].

În lumina celor de mai sus, recomandăm adoptarea de ancoraje cu fretă dublă la toate categoriile de elemente scurte precomprimate cu bare cu profil periodic și mai ales la acelea cu nivel ridicat al preîntinderilor. Desigur, pot fi aplicate și alte tipuri de ancoraje a căror eficiență a fost dovedită experimental.

Să vedem acum ce justificare are aici soluția dispunerii de armătură nepretensionată. Din cercetările noastre rezultă că, în *faza inițială* de lucru a elementelor scurte, armătura pasivă are efecte favorabile asupra sarcinilor de decomprimare și a celor de fisurare, în sensul apropierii sensibile de datele calculului; aceasta se explică prin atenuarea efectului contracției, lucru ce s-a constatat prin măsurătorile efectuate pe elemente în stand [4]. În *faza finală* de lucru însă, datorită redistribuirii eforturilor sub efectul curgerii lente din sarcini de durată, ca și datorită contracției finale (cu valoare sensibil mai mare decît în faza inițială), armătura pasivă se va încărca cu eforturi considerabile, ceea ce duce la scăderea substanțială a forțelor de fisurare și respectiv a coeficientului de utilizare (N_f/N_r).

Avînd în vedere aspectele de mai sus, recomandăm utilizarea armăturii nepretensionate numai cu procente reduse de armare, în general sub valoarea procentului de armare cu armătură preîntinsă; marca acestei armături pasive poate fi chiar OB 38, însă diametrele barelor trebuie alese cît mai mici cu putință.

3.6. *Asupra celor mai indicate mărci de beton*

Rezultatele experimentărilor noastre confirmă faptul că mărcile de beton ce trebuie utilizate pentru elementele scurte sînt B 400 și B 500. O atenție deosebită trebuie acordată transferului, la care recomandăm să nu se permită decît rezistențe de 300 și 400 kgf/cm²; subliniem faptul că rezistența de 300 kgf/cm² (cubică) a betonului la transfer nu trebuie utilizată decît în cazul diametrelor mici de bară (12 mm... 16 mm).

3.7. *Unele măsuri speciale în execuția elementelor scurte*

Recomandăm în primul rînd efectuarea unui transfer lent al forțelor de preîntindere din armături, ca forță de precomprimare în beton. După părerea noastră, ar trebui să se interzică aici efectuarea transferului prin tăierea barelor cu flacără, întrucît solicitarea prin șoc a aderenței duce la prejudicierea gravă a acesteia. Transferul lent se poate realiza cu aceleași dispozitive cu care s-a realizat și pretensionarea barelor.

Recomandăm, în al doilea rînd, evitarea prin toate mijloacele a torsiunii interne a barelor de armare; aceasta se poate realiza pe următoarele căi:

— adoptarea unui sistem de blocare a barelor care să nu permită rotirea forțată a acestora în cursul procesului de pretensionare;

— evitarea acelor bare care prezintă șerpuiri pronunțate ale profilaturii;

— poziționarea corectă a barelor la înnădiri.

4. *CONCLUZII*

Principala constatare ce se desprinde din analiza datelor programului experimental prezentat este aceea că în cazul elementelor precomprimate de lungime mai mică, avînd armături preîntinse alcătuite din bare PC 90, există un anumit proces de slăbire a conlucrării dintre beton și armături la încărcarea pieselor. Acest proces este amplificat de creșterea diametrelor barelor, a procentelor de armare și a nivelului de preîntindere și ameliorat atît prin dispunerea de fretaje la capetele elementelor, cît și prin dispunerea de armături pasive și etrieri.

Modul de comportare sub sarcini a elementelor scurte justifică, în primul rînd, diferențierea lor de elementele lungi și, în al doilea rînd, adoptarea măsurilor speciale de proiectare și execuție propuse.

Din ansamblul măsurilor preconizate, o atenție deosebită merită propunerea de a se limita valoarea efortului σ_0 din armături la 4000 kgf pe cm^2, în cazul armării numai cu bare pretensionate, sau la 5000 kgf/cm^2, în cazul dispunerii fretajelor la capete și al armăturii pasive. Nu vom mai insista asupra justificării propunerii, care s-a făcut la timpul cuvenit, ci asupra unor implicații de ordin tehnic și economic pe care le presupune. Astfel, se pare că utilizarea, în condițiile specificate, a barelor de oțel PC 90 nu este economică. Considerăm însă că acest dezavantaj poate totuși să fie ocolit, și iată cum : aici, în categoria pieselor precomprimate scurte, și-ar găsi un larg domeniu de aplicabilitate oțelurile din clasa A III, PC 52 și PC 60, trase la rece. Studii anterioare efectuate de autor și colaboratorii [8] dovedesc că prin tragere la rece (calibrare) rezistențele mecanice ale acestor oțeluri pot fi sporite cu circa 40%, ceea ce le face apte pentru utilizarea în betonul precomprimat. Astfel, pentru o alungire de circa 3,5% pot fi atinse valori minime $\sigma_{0,2}$ de 4500 kgf/cm^2, în cazul barelor PC 52, și valori minime $\sigma_{0,2}$ de 5000 kgf/cm^2, în cazul barelor PC 60 (reamintim că și normele sovietice [12] prevăd utilizarea barelor calibrate din clasa A III ca armături pentru beton precomprimat). Ținînd cont de buna sudabilitate a acestor oțeluri, avantaj tehnologic foarte important, de faptul că operația de tragere la rece poate fi realizată cu aceleași dispozitive ca și pretensionarea, precum și de prețul mult mai redus al oțelurilor PC 52 și PC 60 în comparație cu PC 90, rezultă că utilizarea lor ca armături preîntinse în elementele precomprimate scurte este justificată și din punct de vedere economic.

Bibliografie

[1] Avram C., Filimon I., Capatu C. : *Aspects concernant la fissuration des éléments en béton précontraint.* Communication technique, VI-ème Congrès de la FIP — Prague, 1970.

[2] Baus R., Claude G. : *Essais de sythese bibliographique des connaissances sur le mécanisme de l'adhérence et des ancrages.* CEB—Bulletin d'Information, no. 66/1968.

[3] Capatu C. : *Anwendungsmőglichkeiten der Aufzeichnungsvorrichtungen für dynamischen Kennwerte der Prüfkőrper, zum Haftungsstudium der einbetonierten Stahlstäbe.* Diskussionsbeitrag — RILEM Symposium Stuttgart, 1968.

[4] Capatu C. : *Cercetări privind fisurarea tiranților din beton precomprimat armați cu bare din oțel PC 90* Teză de doctorat, Timișoara, 1970.

[5] Ferry-Borges J. : *Fissuration des poutres en béton armé et précontraint,* Rapport — Commission IV CEB — 1968.

[6] Lutz L., Gergely P. : *Mechanics of bond and slip of deformed bars in concrete.* Journal of ACI no. 11 November, 1967.

[7] Mihul A., Capatu C. ş.a. : *Cercetări asupra unor tipuri de pane cu moment de inerție variabil, precomprimate cu armături cu profil periodic.* Buletinul Inst. poliethnic Iași, tom IX (XIII), fasc. 1—2, 1963.

[8] Mihul A., Capatu C. ş. a. : *Influența încălzirii electrice și a întinderii barelor din oțel peste limita de curgere, asupra proprietăților mecanice ale armăturilor cu profil periodic folosite în construcțiile din beton precomprimat.* Buletinul Inst. politehnic Iași, tom X (XIV), fasc. 1—2, 1964.

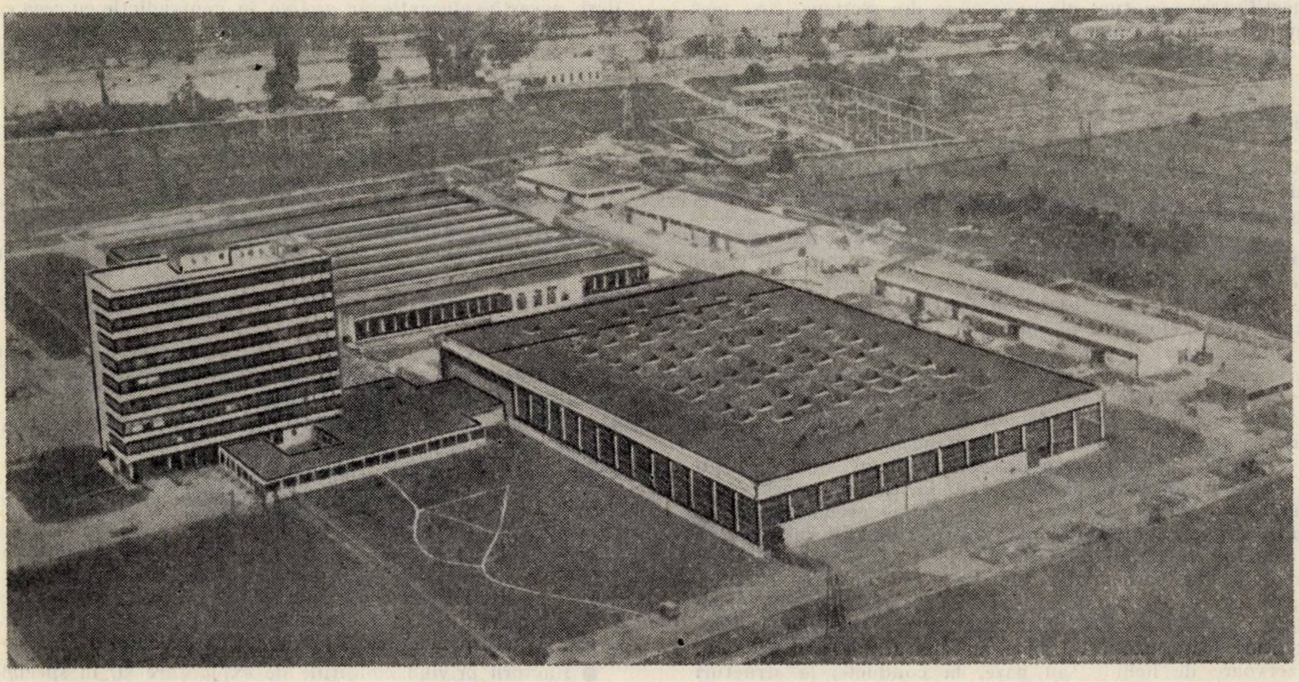
[9] Robinson J. R., Morisset A. : *Paramètres fondamentaux de la fissuration des tirants en béton armé.* AITBTP no. 254, février, 1969.

[10] * * * *STAS* 8000—67 : *„Calculul elementelor de beton, beton armat și beton precomprimat"* — Standard de stat, București, 1969.

[11] * * * *„Îndrumări pentru utilizarea în elemente de construcții din beton precomprimat a armăturilor pretensionate din vergele cu profil periodic PC 90".* Studii și Cercetări INCERC, nr. 6, București, 1968.

[12] * * * *SNIP-II-V.*1—62 : *„Betonnîe i jelezobetonnîe konstrucții — Normî proiektirovania".* Moskva, 1962.

[13] * * * *CEB-FIP — Recommandations internationales pour le calcul et l'exécution des ouvrages en béton* — 1970.



Fabrica de motoare electrice — Pitești

PROBLEME ACTUALE PRIVIND ALEGEREA OŢELULUI PENTRU CONSTRUCŢII METALICE SUDATE

Conf. dr. ing. **CONSTANTIN DALBAN**
Institutul de construcţii Bucureşti

1. INTRODUCERE

Prezenta lucrare se adresează inginerilor constructori care lucrează în domeniul proiectării, execuţiei şi montajului construcţiilor metalice şi are drept scop să prezinte o sinteză a stadiului actual al problemelor legate de alegerea oţelului pentru construcţii metalice sudate.

2. ELEMENTE GENERALE

Folosirea eficientă şi sigură a oţelului în construcţii metalice se bazează pe proprietăţile plastice ale acestuia. Deformaţiile plastice importante care se dezvoltă înainte de ruperea propriu-zisă fac ca unele concentrări de eforturi unitare, neprinse prin calculele curente, să nu fie periculoase pentru elementele de construcţie.

Adaptarea plastică care apare sub încărcările statice explică de ce îmbinările nituite se pot calcula simplu, pe baza secţiunii nete, fără a ţine seama de concentrările de eforturi care apar la marginea golului, de ce eforturile secundare care apar la nodurile fermelor datorită rigidităţii acestora pot, în mod practic, să nu fie luate în considerare.

Tensiunile reziduale provenite din sudare pot produce plastificări premature ale unor zone din secţiune, care însă nu influenţează asupra capacităţii portante a elementului. Excepţie fac barele comprimate şi tălpile comprimate ale grinzilor încovoiate, unde plastificările premature pot duce la fenomene de voalare care grăbesc pierderea stabilităţii generale a elementului.

În ultima perioadă s-au perfecţionat metode de calcul care ţin seama de dezvoltarea deformaţiilor plastice, aplicabile la unele structuri metalice; aceste metode au fost introduse în prescripţiile de proiectare ale unor ţări.

Incapacitatea oţelului de a dezvolta deformaţii plastice poate avea însă consecinţe defavorabile şi duce la avarii ale unor construcţii metalice corect dimensionate din punctul de vedere al rezistenţei şi al stabilităţii elastice. În zonele suprasolicitate, eforturile unitare nu se mai redistribuie plastic, ci duc la ruperi efective ce se manifestă sub forma unor fisuri care generează apoi distrugerea întregului element. O astfel de rupere prezintă un pronunţat caracter fragil.

Fenomenele de rupere fragilă au apărut mai frecvent o dată cu introducerea sudurii la construcţii metalice.

Astfel de ruperi s-au produs în cel de-al 4-lea deceniu al veacului nostru (podurile sudate de la Rüdersdorf şi din staţia de metro Zoo-Berlin), fenomenul producîndu-se la temperaturi negative în timpul nopţii, cînd podurile nu erau încărcate. În timpul celui de-al doilea război mondial s-au produs numeroase avarii constînd în ruperi cu caracter fragil ale vaselor sudate americane de tip „Liberty", parte din ele producîndu-se în apele liniştite ale porturilor, la temperaturi joase. Ruperi fragile au apărut, de asemenea, la rezervoare de lichide sau gaze, la conducte, la structuri metalice de diferite tipuri etc.

Avariile produse au prezentat unele aspecte comune:

1. Ruperea pieselor sudate se produce de foarte multe ori prin metalul de bază. Încărcările care acţionează asupra elementelor sînt inferioare celor de exploatare, reprezentînd uneori mai puţin de jumătate din valoarea acestora, eforturile unitare medii calculate coborînd pînă la 400—600 kg/cm^2.
2. Fisura (ruperea) se dezvoltă cu o viteză foarte mare (1200—1800 m/s). Uneori fisura se poate opri într-un element care îi împiedică dezvoltarea, alteori duce la ruperea întregii piese; ruperea fragilă se deosebeşte de ruperea prin oboseală, la care fisura se dezvoltă progresiv.
3. Ruperea are un caracter fragil, cu deformaţii reduse, deosebindu-se prin aceasta de ruperea plastică.
4. Ruperea se poate produce după o perioadă scurtă de exploatare la solicitări statice sau dinamice.
5. Ruperea se produce în majoritatea cazurilor la temperaturi joase.

Dintr-o analiză mai amănunţită a fenomenelor şi a caracterului ruperilor produse au rezultat o serie de concluzii cu caracter general:

a. La producerea ruperii fragile este necesară existenţa unor eforturi unitare de întindere egale cu limita de curgere; deşi această afirmaţie ar apărea în contradicţie cu ceea ce s-a arătat anterior, în realitate este vorba de eforturi locale, care pot proveni, fie din diferite concentrări de tensiuni, fie din fenomenele termice din timpul sudării.

b. Ruperea fragilă porneşte dintr-o zonă în care, din diferite cauze, materialul nu mai posedă proprietăţi plastice.

c. Ruperea fragilă poate apărea, atît în elemente care au unele defecte (fisuri în sudură sau în zona influenţată termic), cît şi în elemente fără fisuri; existenţa fisurilor este deosebit de periculoasă mai ales la temperaturi negative.

d. Ruperea fragilă, în toate cazurile, începe lîngă un defect sau lîngă concentratorul de efort respectiv (crestătură, fisură, incluziune) şi se dezvoltă perpendicular pe direcţia efortului.

e. Unele din oţelurile folosite în construcţii metalice au o tendinţă mai accentuată spre ruperea fragilă decît altele.

Studiile care s-au efectuat pentru stabilirea cauzelor ruperilor fragile au pus în evidenţă o serie de factori determinanţi, care se pot grupa în trei categorii:

- Factorii metalurgici, care se referă la calitatea oţelului: compoziţia chimică, modul de elaborare şi tratamentele termice la care acesta este spus.
- Factorii privind starea de eforturi, în funcţie de modul de aplicare a sarcinii, de eforturile reziduale, de alcătuirea constructivă care poate duce la concentrări de tensiuni etc. Aceşti factori sînt direct determinaţi de concepţia constructivă a structurii metalice şi de modul de execuţie a acesteia.
- Factorii privind condiţiile de exploatare şi, în special, cei legaţi de exploatarea construcţiei la temperaturi scăzute.

3. FACTORII CARE DETERMINĂ RUPEREA FRAGILĂ A OŢELULUI

3.1. Factorii metalurgici. Calitatea oţelului

Ruperile fragile au fost practic inexistente la construcţiile nituite. Ele au apărut la construcţiile sudate, executate în perioada în care trecerea de la nituire la sudură s-a făcut fără o pregătire corespunzătoare din punctul de vedere al alegerii materialului sau al formelor constructive adoptate. Folosirea sudurii cerea deci o revedere a concepţiilor existente. privind proiectarea şi executarea construcţiilor metalice.

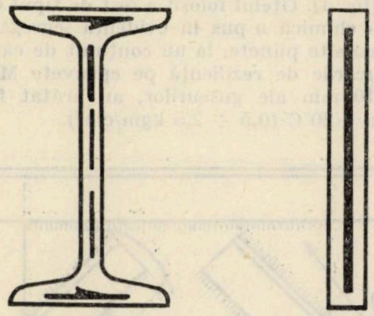


Fig. 1 — Zonele interioare cu segregări ale profilelor şi tablelor din oţel necalmat

Sudarea însăşi fiind un procedeu metalurgic, era nec esar să se caute o parte din cauze în însăşi structura oţelului folosit.

Oţelurile pentru construcţii sudate sînt, în general, oţeluri cu proprietăţi plastice distincte. Atît oţelurile carbon obişnuite, cît şi cele slab aliate prezintă un palier de curgere distinct, un raport între limita de curgere şi rezistenţa de rupere destul de favorabil (σ_c/σ_r = 0,6 — 0,75) şi alungiri la rupere importante.

Pierderea proprietăţilor plastice se poate produce atît în metalul depus, cît şi în metalul de bază. În condiţiile actuale ale fabricării unor electrozi cu calităţi deosebit de bune şi ale perfecţionării metodelor de sudare, metalul depus este mai puţin expus decît metalul de bază unor defecte care să-l ducă la fragilizare. Sudarea influenţează însă metalul de bază prin diferitele fenomene metalurgice care se produc în zona influenţată termic din vecinătatea sudurii.

Una din cele mai importante cauze care duc la pierderea proprietăţilor plastice o reprezintă tendinţa oţelurilor cu un conţinut mai ridicat de carbon sau de alte elemente de aliere de a forma structuri martensitice fragile, atunci cînd viteza de răcire depăşeşte o anumită valoare denumită viteză critică. Viteza critică scade cu creşterea conţinutului elementelor de aliere.

La oţelurile cu un conţinut redus de carbon, cum este oţelul OL 37, sau chiar la oţelurile care cuprind şi alte elemente de aliere în procente reduse, cum este oţelul OL 52, viteza critică este mare, astfel că ea nu se poate realiza în condiţiile răcirii normale a pieselor sudate.

Segregările care apar la solidificarea în lingou a unor oţeluri cum sînt oţelurile necalmate, pot duce la o creştere locală accentuată a conţinutului de carbon şi de alte elemente (mangan, sulf, fosfor etc.), care pot ajunge, în procente, aproape de două ori mai mari decît cele medii determinate pe oţelul lichid din oală. Zonele de segregare la diverse elemente metalice laminate sînt arătate în figura 1.

O sudură executată într-o astfel de zonă poate duce, chiar în cazul unei răciri normale, la formarea structurii martensitice. Aceasta se formează mai ales în zona influenţată termic a materialului de bază, lîngă metalul depus.

Influenţa defavorabilă a segregărilor poate fi eliminată dacă se foloseşte oţelul calmat. La oţelurile calmate segregările sînt mult mai reduse decît la oţelurile necalmate.

Diferite elemente care se găsesc în oţel în diverse proporţii pot şi ele influenţa asupra proprietăţilor plastice ale oţelului. Astfel, prezenţa în oţel, într-o proporţie prea mare, a diferitelor elemente cum sînt sulful, fosforul, azotul, oxigenul, hidrogenul şi altele poate duce la apariţia unor compuşi fragili, care constituie puncte de amorsare a fisurilor la cald sau la rece, sau la tensiuni interne generatoare de fisuri, cum este cazul hidrogenului.

Condiţiile cerute unor oţeluri sudabile prescriu limitarea procentuală a diferitelor elemente.

Un factor important, care influenţează asupra proprietăţilor plastice, este structura oţelului, respectiv mărimea grăunţilor. Un oţel cu grăunţi fini, uniform repartizaţi, prezintă proprietăţi plastice bune, în timp ce un oţel cu grăunţi mari, de forme neregulate, lamelare sau aciculare, prezintă o accentuată tendinţă spre fragilizare. Astfel de structuri, ca de exemplu structura Wiedmannstätten, se formează în cazul unei supraîncălziri a oţelului, care se poate produce în metalul depus sau în metalul influenţat termic la sudare sau la tăierea cu flacăra.

Ţinînd seama de importanţa pe care o are mărimea grăuntelui, au fost luate o serie de măsuri în vederea asigurării unei structuri cristaline fine şi uniforme. Aceasta se poate obţine prin calmarea oţelurilor cu siliciu, prin dezoxidarea lor suplimentară cu aluminiu şi prin introducerea diferitelor elemente de aliere, cum sînt manganul, vanadiul, titanul, cromul etc. Aceste elemente au rolul de a reduce oxizii de carbon, de a forma compuşi cu azotul şi carbonul sub forma de nitruri şi carburi, fin repartizate în masa de oţel care, alcătuind centre de solidificare în lingou, duc la formarea unei structuri fine a oţelului. Structura este în continuare finisată prin tratamente termice de normalizare sau îmbunătăţire * (călire urmată de revenire înaltă).

Un metal cu grăunţi fini prezintă proprietăţi plastice remarcabile în condiţii de exploatare grele : temperaturi scăzute, stări de eforturi defavorabile.

3.2. Factorii privind starea de eforturi

Este cunoscut că stările de tensiune biaxiale şi respectiv triaxiale, atunci cînd eforturile unitare sînt întinderi şi sînt de acelaşi ordin de mărime, duc la o reducere sensibilă a deformaţiilor plastice. În figura 2 este pusă în evidenţă comparativ diagrama caracteristică a unei epruvete de oţel, supusă la o solicitare monoaxială şi biaxială, cu cel de-al doilea efort unitar de întindere.

Astfel de stări de tensiune pot proveni atît din solicitări, cînt şi datorită formei constructive a piesei sau deformaţiilor împiedicate, care se produc la răcirea piesei după executarea

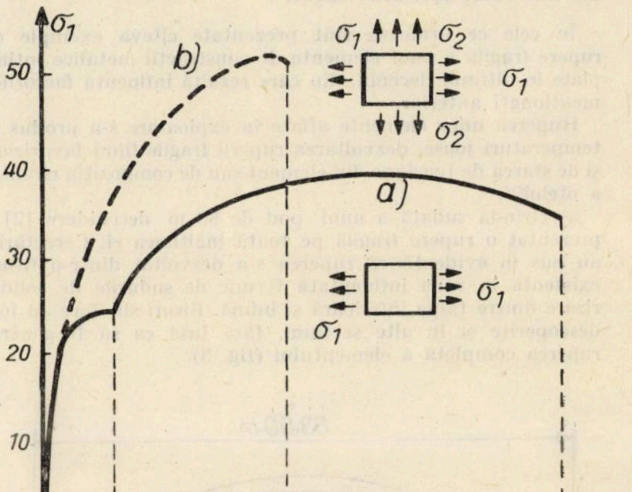


Fig. 2 — Diagramele σ_1 — ε a două piese supuse la întindere monoaxială (a) şi biaxială (b)

sudurii. La piesele cu crestături sau cu variaţii bruşte de secţiune se produc stări de eforturi complexe. De asemenea, la piesele sudate, mai ales la piesele de grosimi mari, apar tensiuni reziduale biaxiale şi triaxiale, care pot produce fisuri în zona de legătură dintre sudură şi materialul de bază.

* Tratamentul termic de îmbunătăţire, aplicat în general oţelurilor aliate, a fost extins în ultima perioadă şi la oţelurile slab aliate, avînd o influenţă favorabilă asupra proprietăţilor plastice la temperaturi negative.

Ruperea fragilă este influenţată şi de viteza cu care se produce solicitarea piesei. Solicitarea prin şoc grăbeşte ruperea piesei.

De asemenea, fisurile interne produse în timp datorită solicitărilor variabile pot grăbi ruperea fragilă a unor piese.

Una din cauzele care contribuie la pierderea proprietăţilor plastice o reprezintă deformarea plastică la rece a pieselor. Cu cît deformarea este mai accentuată, se consumă într-o măsură mai mare rezerva plastică, piesele se ecruisează, căpătînd o tendinţă spre ruperea fragilă.

Această tendinţă se accentuează dacă piesa din oţel ecruisată este încălzită la o temperatură de 250....300°. Acest fenomen se poate produce la piesele sudate care au suferit în prealabil deformaţii la rece.

Defectele sus-menţionate pot proveni fie dintr-o concepţie constructivă necorespunzătoare a pieselor, care nu a ţinut seama de modul de solicitare sau de posibilităţile de uzinare, fie dintr-o execuţie defectuoasă privind prelucrarea, tăierea sau sudarea elementelor.

3.3. Influenţa temperaturii

Influenţa temperaturilor negative asupra ruperii oţelului a fost pusă în evidenţă de diferite cercetări. Explicaţia ştiinţifică a fenomenelor este prezentată în literatura de specialitate. Este necesar să fie subliniat faptul că temperatura scăzută favorizează reducerea tenacităţii oţelului şi accentuează tendinţa de rupere fragilă. În general, factorii care contribuie la păstrarea proprietăţilor plastice îşi păstrează diferenţiat acţiunea lor favorabilă la diferite temperaturi negative. Astfel, oţelurile-carbon de tipul OL 37 calmate, respectiv calmate şi normalizate, îşi păstrează tenacitatea la temperaturi pînă la −20°C, în timp ce oţelurile necalmate, în piese de grosimi mari, o pierd, în anumite condiţii, la temperaturi în jurul a 0°. Oţelurile slab aliate, calmate şi normalizate cu o structură cristalină fină, îşi păstrează proprietăţile plastice pînă la temperaturi de −40°C, iar oţelurile slab aliate îmbunătăţite pînă la −60°C.

4. EXEMPLE DE RUPERE FRAGILĂ A UNOR ELEMENTE DE CONSTRUCŢII METALICE

În cele ce urmează sînt prezentate cîteva exemple de rupere fragilă a unor elemente de construcţii metalice întîmplate în ultimul deceniu, din care rezultă influenţa factorilor menţionaţi anterior.

Ruperea unor elemente aflate în exploatare s-a produs la temperaturi joase, dezvoltarea ruperii fragile fiind favorizată şi de starea de tensiune din element sau de compoziţia chimică a oţelului.

a) Grinda sudată a unui pod de 83 m deschidere [2] a prezentat o rupere fragilă pe toată înălţimea ei. Cercetările au pus în evidenţă că ruperea s-a dezvoltat dintr-o fisură existentă în zona influenţată termic de sudurile de solidarizare dintre talpa inferioară şi inimă. Fisuri similare au fost descoperite şi în alte secţiuni, fără însă ca să fi generat ruperea completă a elementului (fig. 3).

Oţelul folosit era un oţel calmat (C = 0,205%; Mn = = 0,94%, Si = 0,215; S = 0,018; P = 0,021).

Încercările de rezilienţă Charpy **V** au arătat că, pentru inimă, temperatura de tranziţie (KCv = 3,5 kgm/cm²) a fost de −15°C, iar pentru tălpi a variat între +5° şi −12°C. Temperaturile obişnuite în timpul iernii au fost de −20°C.

La ruperea fragilă a contribuit şi ecruisarea metalului prin îndreptarea la rece (aducerea inimii în poziţia perpendiculară pe talpă) după sudare.

b) Ruperea unor guseuri de la nodurile unor ferme metalice dintr-o hală industrială neîncălzită [8] a avut loc în cursul unei ierni foarte geroase, cînd temperatura a coborît sub −30°C (fig. 4). Oţelul folosit a fost de tipul OL 37 necalmat. Analiza chimică a pus în evidenţă segregări puternice, ducînd, în anumite puncte, la un conţinut de carbon pînă la 0,32%. Încercările de rezilienţă pe epruvete Mesnager, la grosimi de 10 mm ale guseurilor, au arătat foarte multe valori mici la −20°C (0,5 ÷ 2,5 kgm/cm²).

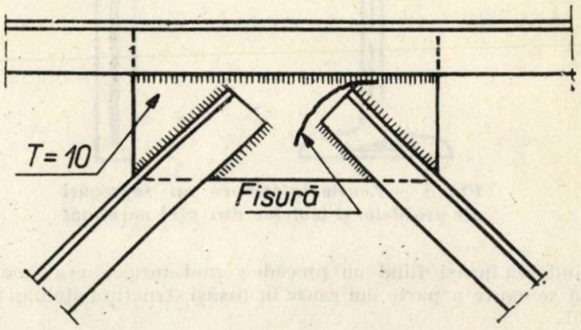


Fig. 4 — Fisură în guseul unei ferme.

O serie de factori au avut, de asemenea, o influenţă negativă: existenţa unor suduri foarte apropiate unele de altele, anumite fisuri existente datorită deformaţiilor produse la montaj, precum şi unele solicitări cu caracter dinamic produse de circulaţia podurilor rulante.

c) Ruperea virolei unui rezervor cilindric vertical de 2800 m³ s-a produs lîngă o gaură dreptunghiulară întărită cu corniere [3]. Temperatura exterioară în timpul ruperii a fost de + 3°C (fig. 5).

Cercetările au arătat că materialul din virolă avea un conţinut de carbon indicat (C = 0,28%). Una din cornierele de rebord avea defect de dedublare, iar sudura prezenta nepătrunderi şi incluziuni de zgură. Temperatura de tranziţie (KCv = 3,5 kgm/cm²) a fost în jurul a + 2°C.

Cauza principală a constituit-o însă concepţia constructivă, respectiv existenţa unei găuri pătrate cu colţuri ascuţite în locul unei găuri cu colţuri rotunjite. La influenţa diferitelor defecte s-a adăugat şi aceea a unor eforturi suplimentare de încovoiere, produse de dispozitivul de încălzire suspendat de marginea orificiului.

Este însă important să se arate că unele ruperi fragile s-au produs la construcţii chiar la execuţie sau la montaj.

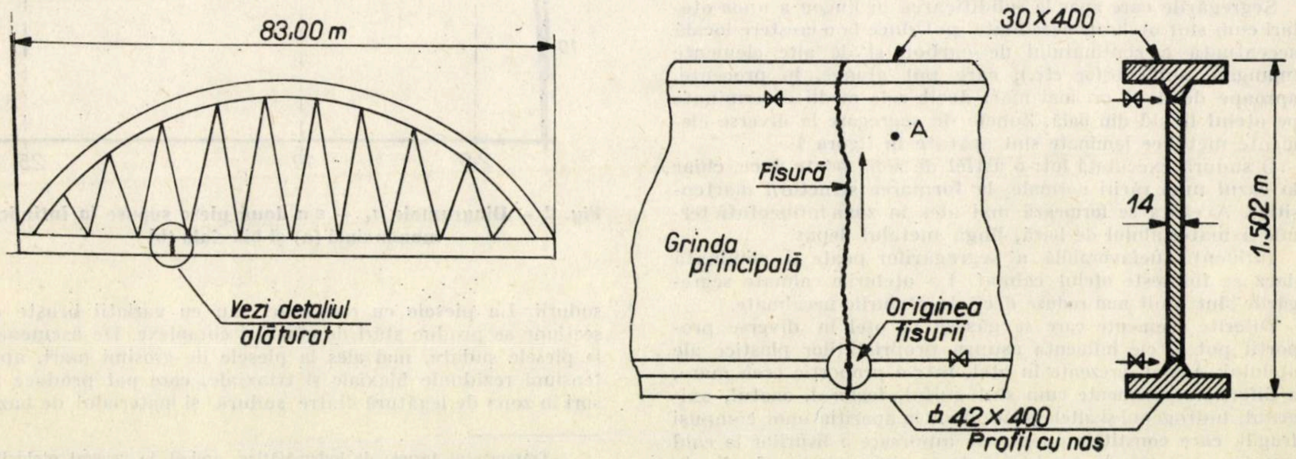


Fig. 3 — Ruperea fragilă a grinzii unui pod metalic

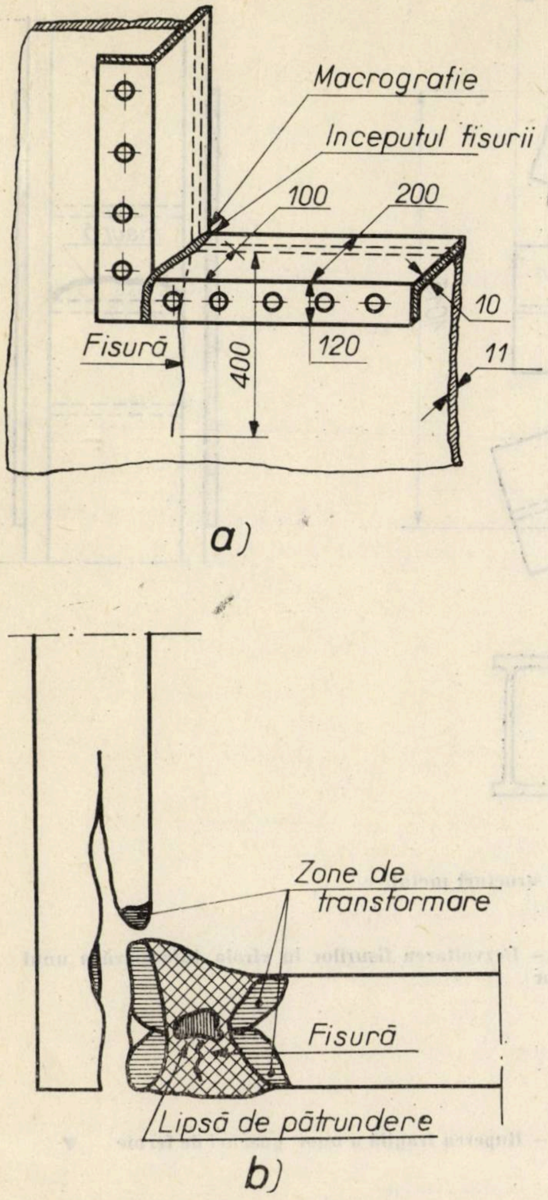


Fig. 5 — Ruperea fragilă a mantalei unui rezervor în zona unui orificiu
a) poziţia zonei rupte ; b) detaliul zonei rupte

d) La sudarea mantalei unui recipient de presiune cu grosimea peretelui $t = 32$ mm [4], după execuţia sudurii s-a produs o fisură prin materialul de bază în zona influenţată termic, fisură care s-a oprit în metalul depus, cu proprietăţi plastice mai bune (fig. 6).

Compoziţia chimică a corespuns unui oţel OL 37 semicalmat. Rezilienţa Charpy (cît şi Mesnager) a fost foarte coborîtă (la $+20°C$, mai mică de 1 kgm/cm^2), datorită, în special, unui defect de laminare (laminarea terminată la o temperatură prea joasă).

Tensiunile reziduale din sudare pe placa groasă a virolei, precum şi ecruisarea datorită deformării la rece au favorizat ruperea fragilă.

e) Situaţii similare au apărut la nodul unei structuri metalice realizate din profile cu pereţi groşi [5]; fisura a provenit, în principal, din forma complicată a nodului, cu cordoane executate pe secţiuni mari bridate, în care s-au născut tensiuni reziduale importante (fig. 7).

f) Tot la execuţie au apărut şi fisurile din marginea unui rezervor circular, sudat la o temperatură în jurul a $+4°C$ [6].

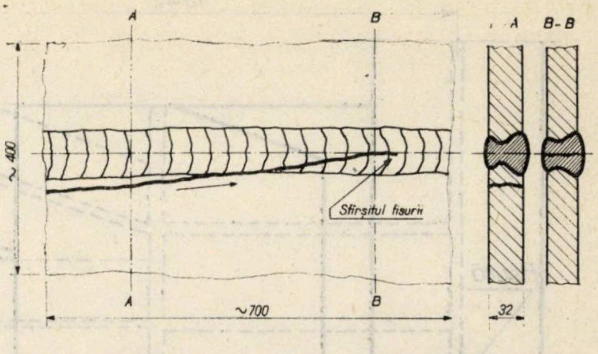


Fig. 6 — Fisură apărută la sudare în virola unui recipient de presiune ; fisura s-a oprit în sudură

Oţelul de tip OL 37 semicalmat a avut temperatura de tranziţie în jurul a $+5°C$. La ruperea fragilă a contribuit şi sudarea, la o temperatură în jurul temperaturii de tranziţie, a unei zone ecruisate prin tăiere şi cu crestături, care nu a fost îndepărtată prin rabotare (fig. 8).

g) Un caz de rupere a unor guseuri de 14 mm grosime, similar cu cel citat anterior, s-a produs la montarea unor ferme metalice, care a avut loc la o temperatură de $-5°C$ [7]. Încercările au arătat că temperatura de tranziţie a fost în jurul a $-4°C$.

Ruperea fragilă a fost favorizată de existenţa cordoanelor de sudură apropiate între ele, care au dus la un nivel ridicat al tensiunilor reziduale, a efectului de crestătură produs de sudură, precum şi de eforturile apărute la montaj şi transport la o temperatură apropiată de temperatura de tranziţie (fig. 9).

5. CĂILE PENTRU ASIGURAREA CONSTRUCŢIILOR ÎMPOTRIVA RUPERII FRAGILE

Problema importantă a sudabilităţii oţelurilor se confundă de fapt cu problema păstrării proprietăţilor plastice ale elementelor sudate, în special în zonele influenţate termic de sudură. În aceste zone se pot forma structurile fragile de care s-a amintit mai sus. Pentru evitarea lor este necesar ca oţelul să îndeplinească condiţiile privitoare la compoziţia chimică şi în special la uniformitatea acesteia, precum şi condiţiile legate de structura cristalină.

Oţelul şi mai ales oţelul sudat trebuie să se comporte plastic în toate condiţiile defavorabile care pot apărea : stări de tensiune complexe, şocuri, stări de temperatură coborîtă etc.

Rigoarea condiţiilor trebuie gradată în funcţie de natura construcţiilor, de importanţa lor şi de condiţiile de exploatare. Aşa cum s-a arătat, oţelurile care se comportă bine în condiţii de exploatare defavorabile sînt oţeluri care conţin elemente de aliere, oţeluri cu elaborare îngrijită (calmate şi dezoxidate suplimentar cu aluminiu), supuse la tratamente termice după laminare. Pentru asigurarea condiţiilor impuse unor construcţii, oţelurile sînt adesea sortate la nivelul produsului laminat. Prin ansamblul de măsuri luate, aceste oţeluri rezultă mai scumpe şi, ca atare, nu vor fi folosite decît în cazurile cînd sînt absolut necesare.

În vederea evitării ruperii fragile este deci necesar să fie influenţaţi favorabil acei factori care pot avea înrîurire asupra comportării elementului de construcţie metalică. Dacă, uneori, asupra unor factori cum sînt temperatura de exploatare sau anumite solicitări cu caracter dinamic nu se poate interveni, alţi factori pot fi însă modificaţi.

Astfel, prin concepţia constructivă a alcătuirii elementelor de construcţie, printr-o tehnologie de execuţie corectă şi o ordine de sudare adecvată pot fi eliminate concentrările de eforturi, ecruisările, tensiunile reziduale, fisurile în metal şi alte cauze care generează ruperea efectivă a pieselor. În acest mod este posibil să fie reduse cerinţele care se impun oţelurilor, să poată fi folosite, în unele cazuri, oţeluri mai ieftine.

În unele situaţii, anumite condiţii grele, în ce priveşte alcătuirea sau exploatarea construcţiei, nu pot fi evitate. În acest caz apare necesar să se poată stabili, pentru fiecare caz în parte, oţelul cel mai potrivit.

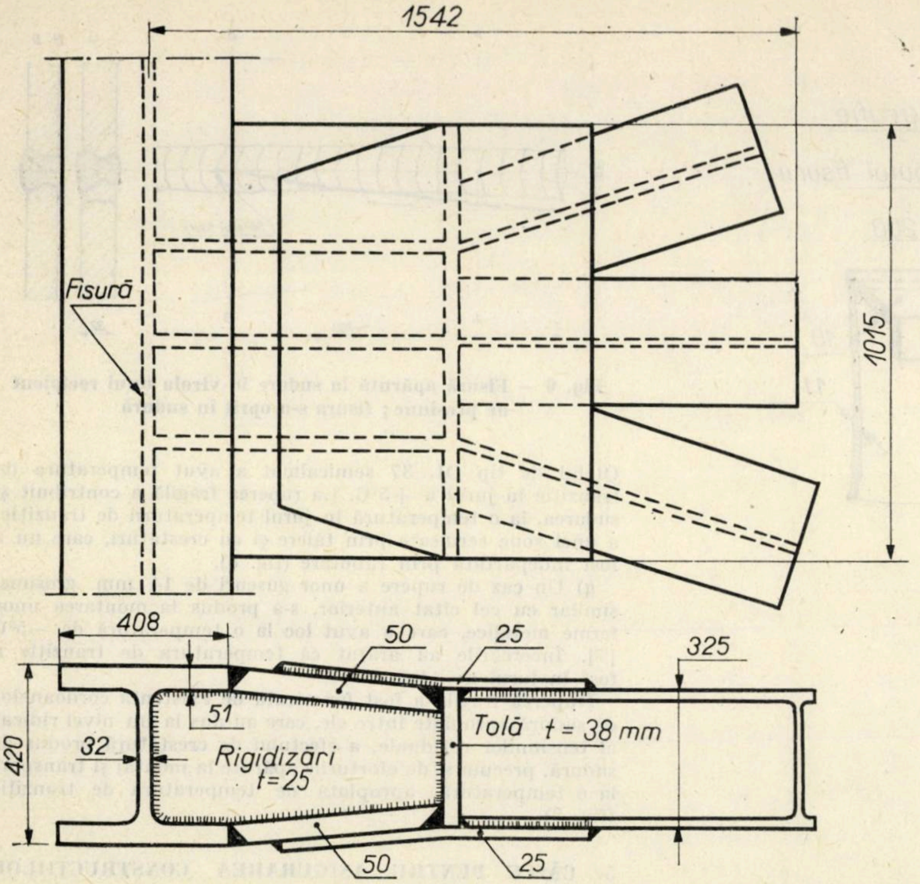
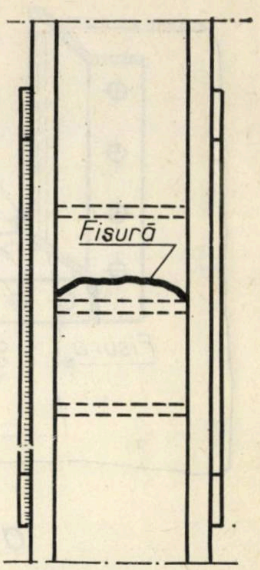
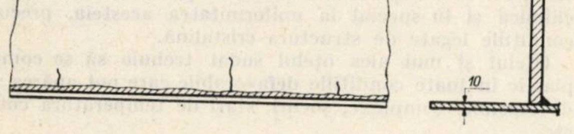


Fig. 7 — Fisuri apărute în nodul unei structuri metalice



◄ **Fig. 8 — Dezvoltarea fisurilor în virola inferioară a unui rezervor**



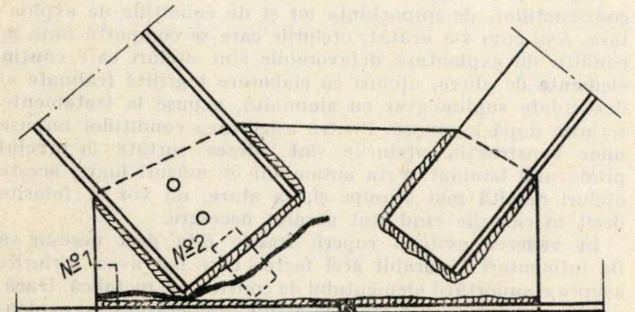
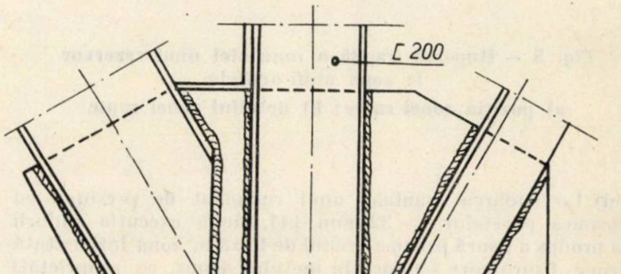


Fig. 9 — Ruperea fragilă a unor guseuri de ferme ▼



6. CLASE DE OŢELURI ŞI CATEGORII DE CONSTRUCŢII

6.1. Oţeluri pentru construcţii sudate

Din cele arătate mai sus rezultă că o anumită pondere în buna comportare a oţelurilor în construcţie o au oţelurile înseşi. Acestea trebuie alese diferenţiat, în funcţie de natura solicitărilor, de alcătuirea elementelor de construcţii şi de condiţiile de exploatare.

Aşa cum s-a arătat anterior, în afara caracteristicilor mecanice, oţelul trebuie să mai prezinte şi calitatea de a-şi păstra proprietăţile plastice în condiţiile de execuţie şi, mai ales, în cele de exploatare. În consecinţă, clasificarea oţelurilor a fost condiţionată de aceşti factori. Deoarece ruperea fragilă a apărut în special în condiţiile construcţiilor sudate, în zonele influenţate de sudură, condiţiile de păstrare a proprietăţilor plastice au fost denumite şi *proprietăţi de sudabilitate a oţelurilor*. În acest mod, ruperea fragilă este de fapt strîns legată de sudabilitatea oţelului.

După apariţia avariilor la construcţii, o serie de cercetări efectuate au pus în evidenţă că proba de încovoiere prin şoc a epruvetelor cu crestătură poate da anumite indicaţii în ceea ce priveşte tendinţa de rupere fragilă a unui oţel. Astfel, oţelurile din piesele la care se produceau ruperi fragile prezentau şi valori reduse ale rezilienţei, respectiv ale energiei de rupere prin şoc, la temperaturile respective.

Pe baza experienţei acumulate, s-a putut stabili o corelaţie între valoarea rezilienţei şi a siguranţei unui oţel împotriva pericolului de rupere fragilă. Astfel, a rezultat că un oţel avînd o rezilienţă suficientă (3—3,5 kgm/cm²) prezintă, în condiţiile încercării epruvetei, o siguranţă împotriva ruperii fragile. În acest sens, epruvetele au fost încercate în condiţii asemănătoare celor care, la construcţiile reale, favorizează producerea ruperii fragile: temperatura scăzută sau fragilizarea materialului prin ecruisare şi un anumit tratament termic; în ultimul caz s-a creiat aşa-numita stare de îmbătrînire artificială.

Metoda de determinare a tendinţei de rupere fragilă cu ajutorul încercărilor de încovoiere prin şoc dă unele indicaţii, fără a constitui un criteriu cert. În prezent se caută a se determina alte criterii pentru a se stabili tendinţa de rupere fragilă a unui oţel. Totuşi, în nici o metodă nu se dispune azi de un număr suficient de date experimentale, ca cele obţinute din încercările de rezilienţă. De aceea, în prezent, majoritatea normelor s-au fixat pe acest criteriu.

Diferitele norme stabilesc valoarea minimă a rezilienţei, respectiv a energiei de rupere prin încovoiere prin şoc, pe care epruvetele extrase din oţel trebuie să le aibă. După majoritatea normelor, această valoare trebuie să fie, pentru rezilienţă, de 3,5 kgm/cm² şi respectiv, pentru energia de rupere prin şoc, de 2,8 kgm pentru epruveta cu crestătură în **V** de 2 mm adîncime.

In ceea ce priveşte forma crestăturii, în unele ţări (printre care URSS şi ţara noastră, pînă nu demult) se prevede epruveta Mesnager, avînd forma crestăturii în **U**, cu adîncimea de 2 mm (fig. 10). În Republica Democrată Germană şi în Republica Federală a Germaniei sînt folosite epruvete DVM şi DVMF cu crestătură de 3 mm, respectiv de 4 mm adîncime.

În ultima perioadă este din ce în ce mai mult folosită epruveta cu crestătură în **V** de 2 mm adîncime (epruveta Charpy), care pare a fi mai severă decît celelalte.

Deşi rezilienţa este o mărime raportată (energia de şoc raportată la suprafaţa secţiunii), rezultatele obţinute pe diferite tipuri de epruvete din acelaşi oţel diferă destul de mult. Din diferite studii comparative efectuate pe epruvete extrase din oţelurile care s-au rupt fragil a rezultat că epruvetele Charpy **V** prezintă valori net inferioare epruvetelor Mesnager, în ceea ce priveşte rezilienţa, respectiv temperatura de tranziţie.

Astfel, pentru diferitele lucrări cercetate s-au obţinut:

— la rezervoarele menţionate la cap. 4, valori comparative ale rezilienţelor conf. tabelei 1;

— la fermele menţionate la pct. 4 g, diagramele din figura 11 din care apare diferenţa între temperaturile de tranziţie obţinute pe epruvete Mesnager şi epruvete Charpy.

În lucrarea [9] este menţionată următoarea relaţie între emperaturile de tranziţie la oţeluri pentru construcţii navale:

$$T\mathbf{V}\ 2.6\ \text{perpendic.} = T\mathbf{V}\ 2.6\ \text{paralel} =$$

$$T\mathbf{U}\ 3\ \text{perpendic.} + (45° \pm 11{,}2)°\text{C},$$

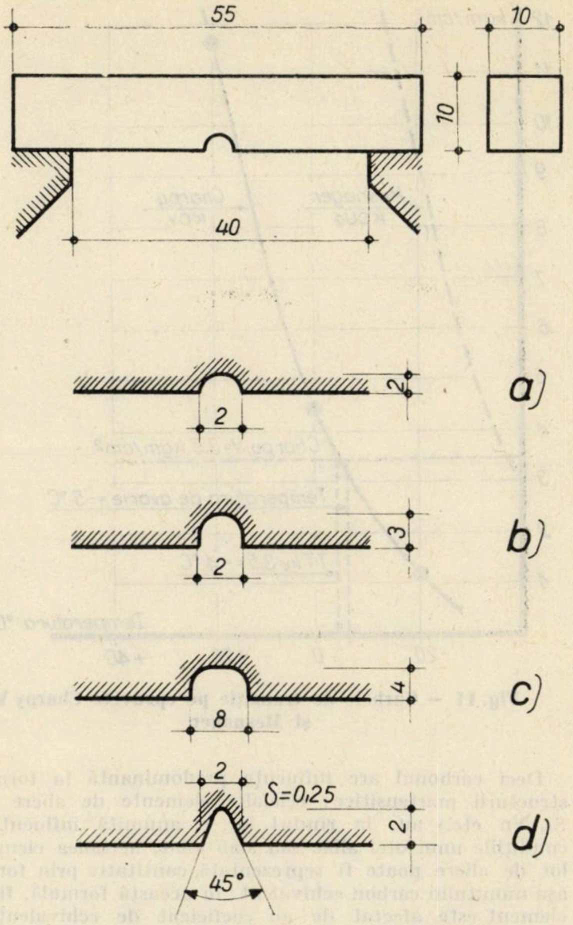


Fig. 10 — Epruvete de rezilienţă cu crestătură a) Mesnager; b) DVM; c) DVMF; d) Charpy V

Tabela 1

Valori comparative ale rezilienţelor obţinute pe epruvete Mesnager şi Charpy V (kgm/cm²)

Temp.	Rezervorul citat la pct. 4 c		Rezervorul citat la pct. 4 f	
	Probe		Probe	
	Mesnager	Charpy	Mesnager	Charpy
+20°C	10,4	6,4	13,6	5,9
−20°C	7,3	1,8	6,5	1,2
+20°C epruvetă îmbătrînită	6,2	—	—	—

În această relaţie, T **V** reprezintă temperatura de tranziţie stabilită pentru rezilienţa de 2,6 kgm/cm², determinată pe epruvete Charpy **V** extrase paralel sau perpendicular pe direcţia de laminare, iar T **U** reprezintă temperatura de tranziţie stabilită pentru rezilienţa de 3 kgm/cm², determinată pe epruvete Mesnager extrase perpendicular pe direcţia de laminare.

Relaţiile sînt aplicabile în intervalul —40°C şi —60°C.

Experienţa arată că oţelurile-carbon calmate şi normalizate au temperaturi de tranziţie mai coborîte decît oţelurile-carbon necalmate. Oţelurile slab aliate calmate, normalizate sau îmbunătăţite, prezintă temperaturi de tranziţie mai coborîte decît oţelurile-carbon.

Aşa cum s-a arătat mai sus, formarea structurilor martensitice sau a altor structuri fragile în zona sudurii este legată de compoziţia chimică a oţelului.

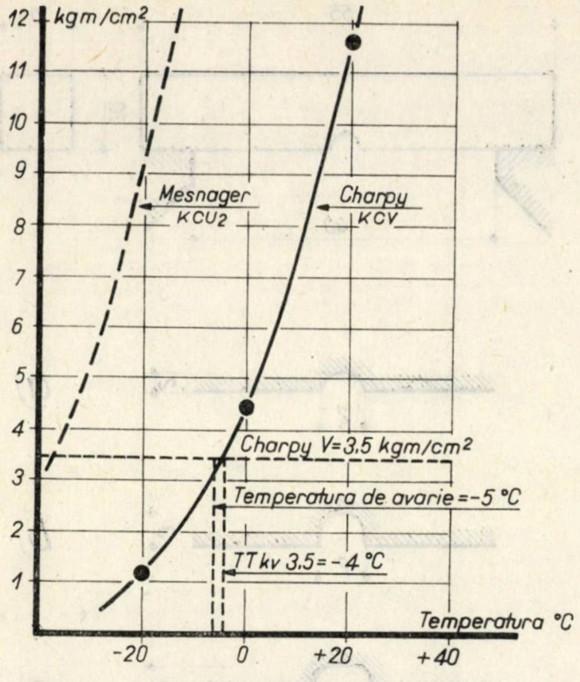


Fig. 11 — Curbele de tranziție pe epruvete Charpy V și Mesnager

Deci carbonul are influența predominantă în formarea structurii martensitice; celelalte elemente de aliere (Mn, Si, Vn etc.) au, la rîndul lor, o anumită influență. În condițiile unui oțel aliat sau slab aliat, acțiunea elementelor de aliere poate fi reprezentată cantitativ prin formula așa-numitului carbon echivalent; în această formulă, fiecare element este afectat de un coeficient de echivalență în raport cu carbonul.

În literatura de specialitate sînt date numeroase formule pentru stabilirea carbonului echivalent, din care sînt redate mai jos cîteva; din acestea rezultă că formula are mai mult un caracter orientativ.

Formula dată de STAS 7194—65 este:

$$C_e = \%\,C + \frac{\%\,Mn}{6} + \frac{\%\,Cr}{5} + \frac{\%\,Ni}{15} + \frac{\%\,Mo}{4} + \frac{\%\,Cu}{15} + \frac{\%\,P}{2} + 0{,}0024\ t$$

în care t este grosimea materialului în mm.

British Welding Research Association (B.W.R.A.) recomandă formula:

$$C_e = \%\,C + \frac{\%\,Mn}{20} + \frac{\%\,Ni}{15} + \frac{\%(Cr + Mo + V)}{10}$$

În formula dată de STAS 7194—65 apare și grosimea piesei, deoarece viteza de răcire crește cu grosimea piesei și favorizează formarea martensitei.

Ceea ce este însă important este valoarea maximă a carbonului echivalent care permite sudarea pieselor fără luarea unor măsuri speciale. Pentru formula dată de STAS 7194—65, valoarea respectivă este 0,50.

În cazul unor compoziții mai bogate în elemente de aliere, sau al unor piese cu grosimi mari, pericolul formării structurii fragile poate fi evitat dacă piesele sînt preîncălzite, micșorîndu-se prin aceasta viteza de răcire a piesei. Temperatura de preîncălzire este în funcție de tipul cordonului de sudură, de grosimea piesei și de diametrul electrodului. Pentru oțelurile de construcție, temperatura de preîncălzire variază între 100 și 250°C.

După normele B.W.R.A., temperatura de preîncălzire este în funcție de carbonul echivalent, de grosimea piesei, de diametrul electrodului și de căile de dispersie a căldurii (mai mari la sudurile în relief decît la cele în adîncime).

Compoziția chimică a unui oțel nu trebuie interpretată numai sub aspectul carbonului echivalent. Fiecare element în parte este limitat. Astfel, carbonul în oțelurile de tip OL 37 clasa de calitate 1 nu va depăși procentul de 0,20 în oală și 0,25 pe laminat. Limitări similare se dau și pentru celelalte elemente.

La oțelurile slab aliate, pentru a compensa efectul elementelor de aliere la formarea structurii martensitice, se face o reducere a procentului de carbon pînă la 0,12 la oțelurile cu mangan și siliciu.

Corespunzător diferitelor cerințe ale construcțiilor metalice, normele actuale în diferite țări au trecut la stabilirea unor clase de oțeluri.

Pentru un oțel cu aceleași caracteristici mecanice (rezistență la rupere, limită de curgere, alungire la rupere etc.), clasele selecționează oțelurile în funcție de posibilitatea de a-și păstra proprietățile plastice în diferite condiții (sudare, temperaturi scăzute, concentrări de eforturi etc.). Aceste proprietăți, așa cum s-a arătat, sînt legate strîns de compoziția chimică și uniformitatea ei pe produs, de procedeul de elaborare și de tratamentul termic, și se acceptă ca fiind puse în evidență de probele de reziliență.

Unele oțeluri, cum sînt cele slab aliate, care sînt mai scumpe și cărora li se cer performanțe ridicate, sînt elaborate numai calmate și normalizate.

În cele ce urmează sînt prezentate oțelurile de tip OL 37, OL 44 și OL 52, așa cum sînt prescrise în diferite norme (recomandările ISO, normele germane*, normele sovietice și STAS 500-68).

În majoritatea normelor, pentru un oțel de o anumită marcă corespunzătoare rezistenței la rupere, apar diferite clase de calitate legate de compoziția chimică, de modul de elaborare, de tratamentele termice și de tenacitate, care este pusă în evidență de proba de reziliență la diferite temperaturi.

Normele din RDG, *TGL 7960* (*Allgemeine Baustähle*), conțin indicații asemănătoare celor date în DIN 17100. Există un oțel St 38 ($\sigma_c = 34$ kg/mm²) cu patru clase de calitate, un oțel slab aliat cu mangan St 42 ($\sigma_c = 26$ kg/mm²), tot cu patru clase de calitate, și un oțel slab aliat cu mangan, St 52, cu o singură clasă de calitate — St 52-3. Valorile rezilienței DVM și DVMF prescrise sînt indicate în tabelele 4 și 5. În afară de acestea, sînt indicate și încercări pe epruvete Mesnager extrase longitudinal și transversal, cu valori ale rezilienței între 7 și 10 kgm/cm².

STAS 500—68 prevede patru clase de calitate pentru OL 37 și OL 52, și trei clase pentru oțelul OL 44 (tab. 7).

Prevederile normelor germane și române indică, pentru piese cu grosimi mai mari de 25 mm, și încercarea de îndoire a probei încărcate longitudinal cu sudură.

În URSS se folosește pentru construcții metalice oțelul ST 3 necalmat, semicalmat și calmat, corespunzînd cu oțelul OL 37. Ca oțeluri slab aliate sînt folosite oțeluri aliate cu mangan 14G2 de tipul oțelului OL 52, sau oțelul 10G2 S_1, slab aliat cu mangan și siliciu, avînd un conținut redus de carbon. Pentru construcții cărora li se impun cerințe deosebite privind tenacitatea la temperaturi joase sînt folosite oțelurile aliate cu crom, siliciu, nichel și cupru.

Caracteristicile oțelurilor sînt date în tabela 8.

Pentru construcții, recomandările privind folosirea oțelului prevăd o împărțire în șase clase:

Clasa I cuprinde oțelul OL 37 necalmat, livrat pe baza compoziției chimice și a probei de îndoire la rece.

Clasa II cuprinde oțelul OL 37 semicalmat, cu garantarea compoziției chimice și a probei de îndoire la rece, în plus cerîndu-se probe de reziliență la temperatură normală pe epruveta Mesnager (KCU = 3,0 kgm/cm²).

Clasa III cuprinde oțelul OL 37 calmat, cu garantarea compoziției chimice și a probei de îndoire la rece, și reziliența la temperatura de — 20°C pe epruveta Mesnager avînd valoarea 3,0 kgm/cm².

Clasa IV cuprinde oțelul slab aliat cu mangan 14G2 sau oțelurile aliate cu mangan și siliciu 10G2 S_1 sau 10G2 SD, care prezintă valori corespunzătoare ale rezilienței la temperaturi negative (3,5 kgm/cm²).

Clasa V cuprinde oțelul 15X SND, cu garanții privind reziliența pe epruveta Mesnager la temperatura de —40°C și pe epruveta Mesnager îmbătrînită artificial (3,5 kgm/cm²).

Clasa VI cuprinde oțelul 10 XSND, cu garanțiile prevăzute la clasa V.

* Unele norme (ISO, DIN, TGL) nu indică procentul elementelor de aliere cum sînt Mn și Si.

Tabela 2

Oţeluri pentru construcţii sudate (conf. recomandărilor ISO nr. 918/1966).

Marca oţelului	Clasa de calitate	Compoziţia chimică C % lichid	C % produs	P % lichid	P % produs	S % lichid	S % produs	Caracteristici mecanice σ_c kg/cm² $t \leqslant 16$	$16 < t \leqslant 40$	$40 < t \leqslant 63$	σ_r kg/mm²	δ_5 %	Îndoirea la 180°	Temp. de tranziţie pt. KCV = 3,5 kgm/cm²
37	A	0,20	0,25	0,08	0,100	0,06	0,075							—
	B	0,20	0,25	0,06	0,075	0,05	0,060	24	23	22	37–34	25–26	2 t	temp. ambiantă
	C	0,17	0,20	0,05	0,055	0,05	0,055							0°
	D	0,17	0,20	0,045	0,050	0,045	0,050							−20°C
	A	0,25	0,31	0,08	0,100	0,06	0,075							—
44	B	0,22	0,27	0,06	0,075	0,05	0,062	28	26	25	44–52	22–23	3 t	temp. ambiantă
	C	0,20	0,23	0,05	0,055	0,05	0,055							0°C
	D	0,20	0,23	0,045	0,050	0,045	0,050							−20°C
	B	0,23	0,25	0,060	0,065	0,05	0,055							temp. ambiantă
52	C	0,20	0,23	0,050	0,055	0,05	0,055	36	35	34	50–62	21–22	3 t	0°C
	D	0,20	0,23	0,045	0,050	0,045	0,050							−20°C

Tabela 3

Oţeluri pentru construcţii metalice sudate (conf. DIN 17100/1966)

Marca oţelului şi clasa de calitate	Gradul de dezoxidare	Tratamentul termic	Caracteristici mecanice [1]) σ_r kg/mm²	σ_c kg/mm²	δ_5 %	Proba de rezilienţă pe epruvetă: ISO [2]) KCV kgm/cm²	T°C	D V M F îmbătrînită la + 20°: Valoarea medie a trei încercări	Valoarea minimă a unei probe	D V M la ± 0°C: Valoarea medie a trei probe	Valoarea minimă a unei probe	Compoziţia chimică %, pe oţel lichid[3]): C	P	S	N	pe produs: C	P	S	N
USt37−1	U	UN				—	—					0,20	0,070	0,050	—	0,25	0,09	0,063	—
RSt37−1	R	UN				—	—									0,22	0,08	0,045	—
USt37−2	U	UN	37	24	25	3,5	+20	8	5			0,18	0,050	0,050	0,007	0,22	0,063	0,063	0,009
RSt37−2	R	UN	1a	23		3,5	+10	10	6			0,17				0,19	0,055	0,055	0,008
St.37−3	RR	U	45	22		3,5	±0	—	—	7	3,5	0,17	0,045	0,045	0,009	0,19	0,050	0,050	0,010
		N				3,5	−20	—	—	9	4,5								
RSt46−2	R	UN	44	29		3,5	+20	8	5			0,20	0,050	0,050	0,007	0,22	0,055	0,055	0,008
St.46−3	RR	U	1a	28	22	3,5	±0			7	3,5	0,20	0,045	0,045	0,009	0,22	0,050	0,050	0,010
		N	54	27		3,5	−20			9	4,5								
		U	52	36		3,5	±0			7	3,5								
St.52−3	RR	N	1a	35	22							0,20	0,045	0,045	0,009	0,22	0,050	0,050	0,010
			62	34		3,5	−20			9	4,5								

[1]) Limitele de curgere corespund cu grosimile $t \leqslant 16$ mm; 16 mm $t \leqslant 40$ mm; $t > 40$ mm cu excepţia oţelului St52 unde $t \leqslant 16$ mm; $16 < t \leqslant 30$ mm; $t > 30$ mm

[2]) La proba ISO nici un rezultat nu va fi sub 2 kgm/cm²

[3]) La oţelului St52−3 %Si $\leqslant$ 0,55, %Mn $\leqslant$ 1,5 (pe oţel lichid).

Grad de dezoxidare: U–necalmat; R–calmat; RR calmat şi dezoxidat suplimentar cu Al.

Tratament termic: U–laminat; N–normalizat.

Tabela 4

Starea de livrare a oţelului în produse laminate (conf. DIN 17000/66)

Marca oţelului	Tablă groasă t = mm			Platbandă t = mm	
	3 la 4.75	4.75 la 25	>25	⩽ 20	>20
37.1	N	U	U	N	N
37.2 ; 46.2	N	U	N	U	U
37.3 ; 46.3 52.3	N	N	N	N	N

U = laminat ; N = normalizat

Tabela 5

Rezilienţe pe epruvete DVM (conf. TGL 7960/1960)

Marca oţelului	Rezilienţa după îmbătrînire artificială la +20°C pe epruvete DVMF extrase în lungul laminării	Rezilienţa în stare de livrare la ±0°C pe epruvete DVM extrase în lungul laminării
St 38 u—2 St 38 b—2 St 42 u—2 St 42 b—2	Valoarea medie pe trei epruvete 8 kgm/cm² Valoarea minimă pe una din epruvete 5 kgm/cm²	—
St 38—3 St 42—3 St 52—3	—	Valoarea medie pe trei epruvete 7 kgm/cm² Valoarea minimă pe una din epruvete 3,5 kgm/cm²

u = necalmat ; b = calmat

Tabela 6

Rezilienţe pe piese de grosimi de 10—40 mm pe epruvete DVM extrase longitudinal (conf. TGL 7960—1960)

Marca oţelului	Rezilienţa				
	După îmbătrînire la +20°C	−40°C	−20°C	+0°C	+20°C
ST 38—4	6	4	6.5	8.5	10
St 42—4	5	4	6	8	9

6.2. Categorii de construcţii

O altă problemă importantă privind corecta utilizare a oţelurilor în construcţiile metalice o reprezintă stabilirea pentru diferite tipuri de construcţii a oţelului celui mai indicat a fi utilizat.

În acest scop, în tehnica mondială există diferite recomandări, fie în standarde sau normative, fie în cataloagele unor firme, fie în literatura tehnică de specialitate.

Stabilirea domeniului de utilizare este necesară nu numai în scopul de a se evita greşeli cu urmări uneori grave, dar şi de a se evita exagerările care duc la scumpirea construcţiilor.

În principiu, deşi recomandările duc practic la rezultate apropiate există două metode de clasificare a construcţiilor.

Una din metode, prevăzută de normele sovietice şi de STAS 763, stabileşte categoriile pe elemente de construcţii.

Normele sovietice cuprind o clasificare foarte detaliată [15], [16]. Elementele de construcţii metalice se împart în grupuri care se referă la tipul de construcţie, la importanţa lor, la modul în care sînt solicitate, la regimul de lucru şi la temperatura minimă la care sînt exploatate (tabela 9). Pentru fiecare din tipurile de elemente de construcţii şi în funcţie de temperatura minimă la care sînt supuse în timpul exploatării, sînt stabilite clasele de oţeluri de la I la VI, în funcţie de cerinţele care li se impun. Pentru clasa I, cu cerinţe minime, se prevede folosirea unui oţel-carbon obişnuit, necalmat, căruia i se garantează compoziţia chimică în limitele cerute de sudabilitate şi, în plus, proba de îndoire la rece. Pentru clasele superioare se cere folosirea oţelurilor-carbon calmate sau a oţelurilor slab aliate, cărora li se impun şi condiţii de rezilienţă la temperaturi negative.

În tabela 9 sînt date categoriile de construcţii şi clasele de oţeluri care le corespund.

Prevederile standardului românesc 763, *Prescripţii pentru proiectarea construcţiilor metalice*, adoptă o schemă în care alegerea oţelului este făcută în funcţie de natura solicitărilor, de regimul de exploatare, de temperatura şi de importanţa construcţiei. Recomandările standardului fac o încadrare mai puţin rigidă a elementelor în clase: ele au un caracter orientativ, lăsînd libertate proiectantului de a-şi alege oţelul corespunzător elementului respectiv.

Cea de-a doua metodă este folosită mai ales în statele germane [18], [19]. Această metodă stabileşte, în funcţie de o serie de parametri, oţelul care trebuie folosit pentru fiecare piesă sau uneori chiar pentru fiecare element component al unei piese.

O variantă a acestei metode, prelucrată de prof. dr. ing. K. Klöppel, stabileşte o serie de coeficienţi reprezentînd diferitele influenţe care joacă un rol în comportarea construcţiilor sudate. Calitatea unui oţel se determină în funcţie de mărimea sumei coeficienţilor. În tabela 10 sînt date categoriile de influenţe cu coeficienţii care le caracterizează.

În tabela 11 sînt indicate clasele de calitate în funcţie de cifra Z.

O a doua variantă a metodei, propusă de prof. dr. ing. G. Bierret, ia de asemenea în considerare diferiţi factori care pot influenţa calitatea îmbinărilor sudate.

Un prim factor îl reprezintă modul de solicitare a sudurii şi poziţia cordonului de sudură în secţiune (tab. 12). În aceste cazuri se observă că, în ordinea indicilor, sudurile şi solicitările duc la stări de eforturi progresiv defavorabile. Fiecăruia din cele trei cazuri îi corespunde un coeficient $K(K_a = 1,\ K_b = 1{,}4,\ K_c = 2{,}0)$. Din tabelă rezultă că situaţiile cele mai defavorabile sînt cele care duc la o stare de eforturi biaxială sau triaxială. Un alt factor care intervine este zona din piesă în care se execută sudurile. Dacă se sudează în zonele cu segregări sau în zonele în care există eforturi reziduale din răcirea laminatului, încadrarea se face la valoare superioară a coeficientului K.

Un alt factor de care se ţine seama este importanţa construcţiei şi mai ales importanţa avariei pentru siguranţa construcţiei. Acest factor, denumit S, apare cu coeficienţi de 0,5, 0,75 şi 1,0. De asemenea, în calcule se ţine seama de gradul de solicitare a secţiunii $A = \frac{\sigma_{ef}}{\sigma_{at}}$, astfel că unul din parametrii tabelei 13 este produsul $K.S.(A)$

Şi în varianta propusă de prof. Bierret, ca şi în cea propusă de prof. Klöppel, apar ca factori pentru determinarea calităţii materialului: grosimea piesei care se sudează, temperatura minimă la care este solicitată construcţia în timpul exploatării şi îndoirea sau deformarea la rece a materialului în funcţie de raportul dintre raza de îndoire şi grosimea piesei, respectiv alungirea specifică.

Metoda face o diferenţiere între elementele solicitate la întindere şi cele solicitate la compresiune, primele fiind în primul rînd expuse ruperii fragile.

Comparaţia celor două variante arată că parametrii propuşi de prof. Bierret încadrează mai strîns corespondenţa dintre element şi oţelul folosit. În cealaltă variantă, limitele mai largi ale coeficienţilor Z lasă inginerului proiectant o libertate mai mare de alegere a materialului, cerîndu-i în acelaşi timp şi un supliment de competenţă în această problemă.

Trebuie menţionat că, pentru o mai bună aplicare a metodelor, a fost elaborat un catalog [19], în care se arată, pentru

Tabela 7

Oţeluri pentru construcţii metalice sudate (conform STAS 500-68)

Marca oţelului	Clasa de calitate	Gradul de dezoxidare	Compoziţia chimică %: C, pe oţel lichid	C, pe produs	Mn, pe oţel lichid	Mn, pe produs	Si, pe oţel lichid	Si, pe produs	P max., pe oţel lichid	P max., pe produs	S max., pe oţel lichid	S max., pe produs	Caracteristici mecanice: σ_c kg/mm², $t \leqslant 16$	σ_c, $16 < t \leqslant 40$	σ_c, $t > 40$	σ_r kg/mm²	δ_5 %	Rezilienţa KCV kgm/cm² la + 20°C, $t \leqslant 16$	KCV, $t > 16$	Energia de rupere KV kgm, la 0°C	KV, la −20° −30° sau −40°
OL 37	1	n	max. 0,20	max. 0,25			max. 0,07	max. 0,07	0,06	0,065	0,05	0,055	24	23	21	37−45	25		—		−30° sau −40°C
		k		max. 0,22			max. 0,37	max. 0,40													—
	2	n	max. 0,18	max. 0,22	0,30 / 0,80	0,26 / 0,85	max. 0,07	max. 0,07	0,05	0,055	0,05	0,055						7	6		—
		k		max. 0,25			max . 0,37	max. 0,40													
	3[1])	k	max. 0,17	max. 0,19			max . 0,40	max. 0,40	0,045	0,05	0,045	0,050					26	—	—	2,8	
	4[1])								0,040	0,045	0,040	0,045									2,8
OL 44	2	k	max. 0,20	max. 0,22	0,80 / 1,10	0,75 / 1,15	max. 0,50	max. 0,50	0,05	0,055	0,05	0,055	29	28	26	44−55	22	6	5		
	3[1])								0,045	0,05	0,045	0,05								2,8	
	4[1])								0,04	0,045	0,04	0,045					25				2,8
	2	k	max. 0,20	max. 0,22	1,10 / 1,50	1,05 / 1,55	max. 0,5	max. 0,5	0,05	0,055	0,05	0,055	36	35	la înţelegere	52−62	20	6	5		
	3[1])								0,045	0,05	0,045	0,05						—	—	2,8	
	4A[1])		max. 0,18	max. 0,22					0,04	0.045	0,04	0,045									
	4B[1])[2])								0,035	0,040	0,035	0,04					22				2,8

[1]) Dezoxidate suplimentar cu aluminiu
[2]) Conţine şi vanadiu max. 0,15

Tabela 8

Oţeluri folosite în U.R.S.S. pentru construcţii metalice sudate

A. Oţeluri carbon

Marca oţelului	Gradul de dezoxidare	Compoziţia chimică % pe oţel lichid: C	Si	Mn	P	S	Caracteristici mecanice: σ_r kg/mm²	σ_c^* kg/mm²	δ_5 %
St.3	necalmat	0,14−0,22	<0,07	0,3−0,6	0,045	0,055	38−43	24	25−27
St.3	semicalm.	0,14−0,22	<0,17	0,4−0,65	0,045	0,055	38−44	24	25−27
St.3	calmat	0,14−0,22	0,12−0,3	0,4−0,65	0,045	0,055	38−44	24	25−27

* Limită de curgere pentru grosimi pînă la 20 mm

B. Oţeluri slab aliate cu mangan (14G2), respectiv cu mangan şi siliciu 10G2 S

Marca oţelului	Compoziţia chimică % pe oţel lichid: C	Si	Mn	Cr	Ni max	Cu	P	S	Caracteristici mecanice: σ_r kg/mm²	σ_c kg/mm²	δ_5 %
14G2	0,12−0,18	0,2−0,4	1,2−1,4	0,3	0,3	0,3	0,04	0,04	47	34[1])	18
10G2S	0,12	0,9−1,2	1,3−1,65	0,3	0,3	0,3	0,04	0,04	50	35[2])	18

[1]) Pînă la grosimea de 20 mm
[2]) Pînă la grosimea de 32 mm

C. Oţeluri slab aliate cu crom, siliciu, nichel, cupru

Marca oţelului	Compoziţia chimică % pe oţel lichid: C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Caracteristici mecanice: σ_r kg/mm²	σ_c kg/mm²	δ_5 %
10 X SND	0,12	0,8−1,1	0,5−0,8	0,6−0,9	0,5−0,8	0,4−0,65	54	40	16
15 X SND	0,12−0,18	0,4−0,7	0,4−0,7	0,6−0,9	0,3−0,6	0,2−0,4	52	35	18

Pînă la grosimea de 32 mm

Tabela 9

Grupul de construcţii	Caracteristicile construcţiilor şi condiţiile speciale pentru exploatarea lor	Clasele oţelului pentru construcţiile exploatate la temperatura		
		$t \geq -30°$	$t \geq -40°$	$t < -40°$
1	Construcţiile importante unice, exploatate în condiţii deosebit de grele, precum şi toate construcţiile de oţel pentru clădiri şi macarale, cu justificarea tehnico-economică corespunzătoare	IV–VI	IV–VI	IV–VI
2	Construcţiile sudate care lucrează în condiţii deosebit de grele :	III	III	IV–VI
	a. grinzile platformelor de lucru ale clădirilor principale ale secţiilor cuptoarelor Martin şi de convertizoare etc.			
	b. elementele de construcţii ale estacadelor de buncăre şi ale celor de descărcare, preluînd direct sarcini de la garnituri de trenuri			
	c. grinzile de rulare ale macaralelor care lucrează într-un regim de lucru greu, foarte greu şi foarte greu continuu *)			
	d. fermele, grinzile principale, cu zăbrele şi cu inimă plină ale acoperişurilor şi planşeelor, supuse acţiunii directe a sarcinilor dinamice sau celor vibratoare **)			
	e. rezervoarele de apă avînd capacitatea de 1000 m³ şi mai mare, precum şi cele pentru ţiţei şi produse petroliere, avînd capacitatea de 100 m³ şi mai mare			
	f. podurile rulante şi macaralele portal în cazul unui regim de lucru greu, foarte greu şi foarte greu continuu, precum şi macaralele de transbordare			
3	Construcţii sudate lucrînd în condiţii de lucru grele, dar care nu sînt supuse direct acţiunii încărcărilor mobile sau vibratorii :	II	III	IV
	a. ferme, grinzi principale, rigle cu zăbrele sau cu inimă plină ale cadrelor acoperişurilor şi planşeelor, cu excepţia celor de la pct. 2d			
	b. construcţiile laminatoarelor			
	c. grinzi de rulare la poduri cu regim de lucru uşor şi mediu			
	d. galerii pentru estacade			
	e. stîlpii liniilor de transport de energie electrică			
	f. rezervoare pentru apă cu un volum mai mic decît 1000 m³ sau pentru produse petroliere cu volum mai mic decît 100 m³			
	g. silozuri pentru diferite scopuri			
	h. macarale portal şi poduri rulante cu regim de lucru uşor şi mediu, macarale de montaj			
	i. alte construcţii, care preiau încărcări dinamice şi vibratorii			
4	Construcţii sudate, care nu preiau acţiunea încărcărilor dinamice şi vibratorii :	I	II	III
	a. stîlpi şi montanţi			
	b. panele acoperişului			
	c. construcţii care susţin utilaj tehnologic sau conducte			
	d. grinzi cu diferite destinaţii			
	e. buncăre care nu sînt supuse la încărcări dinamice importante			
	f. rezervoare şi recipiente cu destinaţii diverse			
5	Elemente de construcţii sudate auxiliare pentru clădiri şi alte construcţii :	I	II	II
	a. contravîntuiri şi elemente ale închiderii			
	b. scări şi platforme			
	c. elemente slab solicitate, cu eforturi unitare egale cu 0,4 sau mai puţin din rezistenţa de calcul			

*) Pentru elementele cu grosimea de 20 mm şi mai puţin, grinzile de rulare cu regimul greu de lucru, exploatate la − 20° se admite oţelul cl. II.

**) Din construcţii care sînt solicitate la acţiuni dinamice fac parte cele pentru calculul cărora coeficientul dinamic se consideră egal cu 1,1 şi mai mare, iar din construcţii solicitate la acţiuni vibratoare – cele care se calculează şi la oboseală.

Tabela 10

Coeficienţi de influenţă pentru alegerea oţelului (metoda prof. K.Klöppel)

Influenţa	Coeficientul Z	Condiţii speciale
A. Acţiunea concomitentă a tensiunilor reziduale de întindere cu eforturile unitare din încărcări	0 la 5	
B. Mărimea eforturilor unitare efective care au un caracter permanent sau de lungă durată provenind din greutatea proprie, încărcări mobile, temperatură, deplasarea reazemelor sau pretensionare	0 la 3	
C. Sensibilitatea la execuţie	0 la 5	1)
D. Grosimea elementului	0 la 5	2)
E. Deformaţia la rece	0 la 3	1)
F. Influenţa temperaturilor scăzute	0 la 5	1)
G. Influenţa distrugerii elementului asupra siguranţei construcţiei	0 la 5	
Z = suma coeficienţilor $Z = 31$		3)

NOTĂ LA TABELA 10

1. *Dacă valoarea maximă la una din influenţele C, E sau F atinge valoarea maximă a lui Z, sau dacă suma coeficienţilor influenţelor E şi F depăşeşte 5 (Z > 5) se va folosi oţel calmat din clasa de calitate 1.*

2. *La grosimi t > 16 mm se va folosi cel puţin oţel calmat clasa de calitatea 1.*

La grosimi t ⩾ 25 mm, sau cînd t ⩾ 35 mm şi Z ⩽ 14 se va folosi cel puţin oţel din clasa de calitatea 2.

La grosimi t ⩾ 35 mm şi Z > 14 se va folosi cel puţin oţel din clasa de calitatea 3.

3. *Table sau platbande cu grosimi t > 25 mm se vor suda numai dacă sînt normalizate.*

Tabela 11

Alegerea oţelului în funcţie de suma Z a coeficienţilor de influenţă

Valoarea Z	Clasa de calitate a oţelului
0 la 14	1
15 la 21	2
22 la 26	3
27 la 31	Oţel special fără tendinţă de îmbătrînire

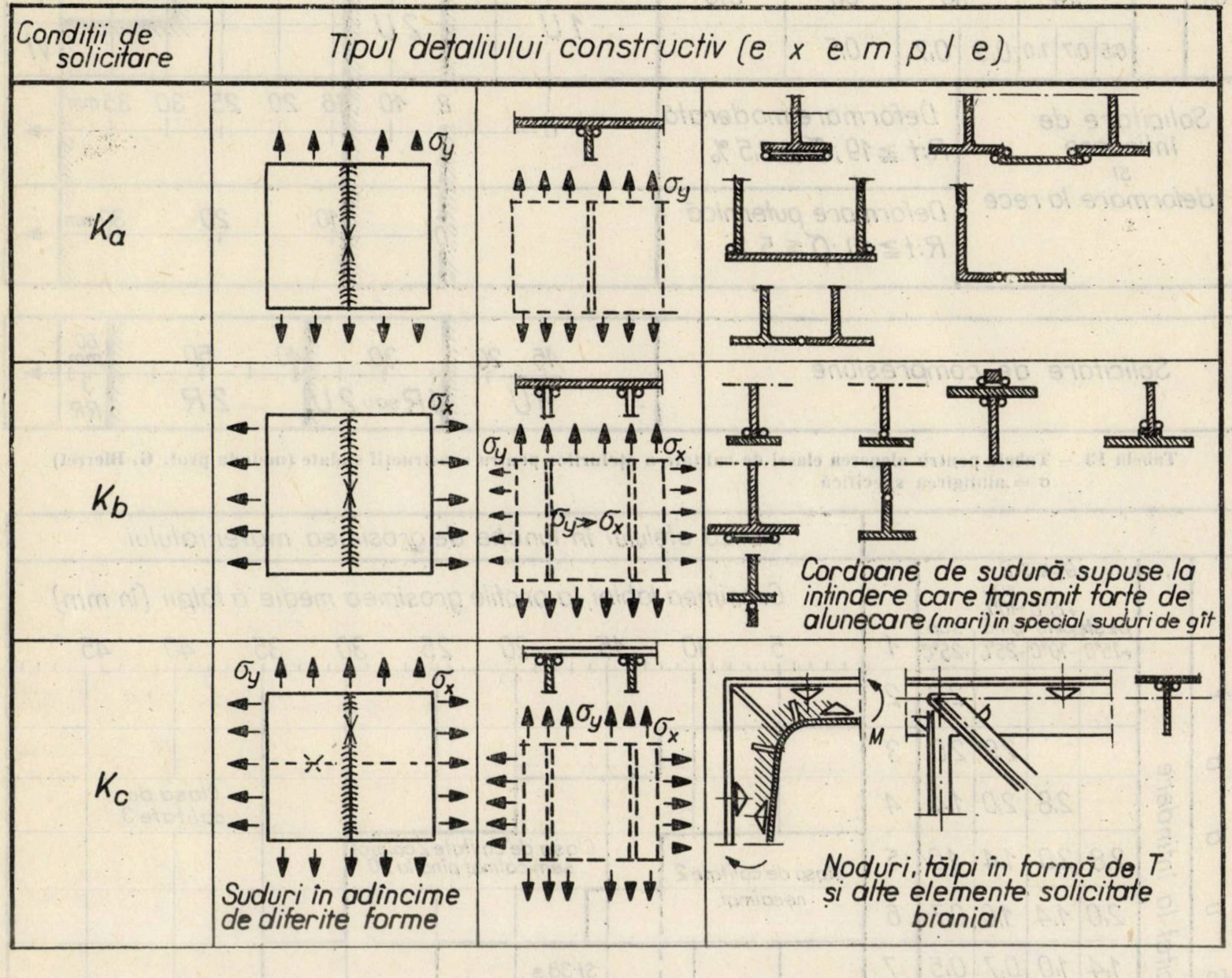


Tabela 12 — Exemple de condiţii de solicitare pentru diferite tipuri de detalii constructive

diferite elemente de construcţie, în funcţie de rolul pe care îl au în construcţie, categoria de oţel din care urmează a fi confecţionate.

Metoda propusă de prof. Bierret a stat la baza elaborării standardului din Republica Democrată Germană TGL 12910 din 1964; deoarece există unele diferenţe în aplicare, a fost reprodus şi tabelul din TGL [20]

Diferenţele constau în faptul că treptele de temperatură în zona valorilor negative sînt diferite. De asemenea, s-au considerat două situaţii de solicitare a pieselor sudate deformate la rece: la temperaturi superioare, respectiv inferioare, temperaturii de −25°C.

O altă diferenţă constă în faptul că în coeficientul de periculozitate s-a renunţat la factorul A care reprezintă raportul între efortul unitar efectiv şi rezistenţa admisibilă, iar în locul lui s-a introdus coeficientul B care are valoarea 1,4, în cazul cînd solicitările au un caracter de şoc, şi 1,0 în celelalte cazuri.

Se consideră că un efort unitar are caracterul de şoc atunci cînd variaţia efortului unitar $\frac{d\sigma}{dt}$ depăşeşte 5000 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2/\text{s}}$.

În ţara noastră se aplică un standard cu caracter de recomandare privind alegerea oţelului pentru construcţii metalice, (STAS R 8542-70), avînd ca bază prevederile TGL 12910, adaptate la clasele de oţeluri prevăzute de STAS 500-68. Standardul are o aplicabilitate generală la toate construcţiile metalice, urmînd ca pentru fiecare tip de construcţie în parte, dacă este cazul, să se facă recomandări şi precizări suplimentare.

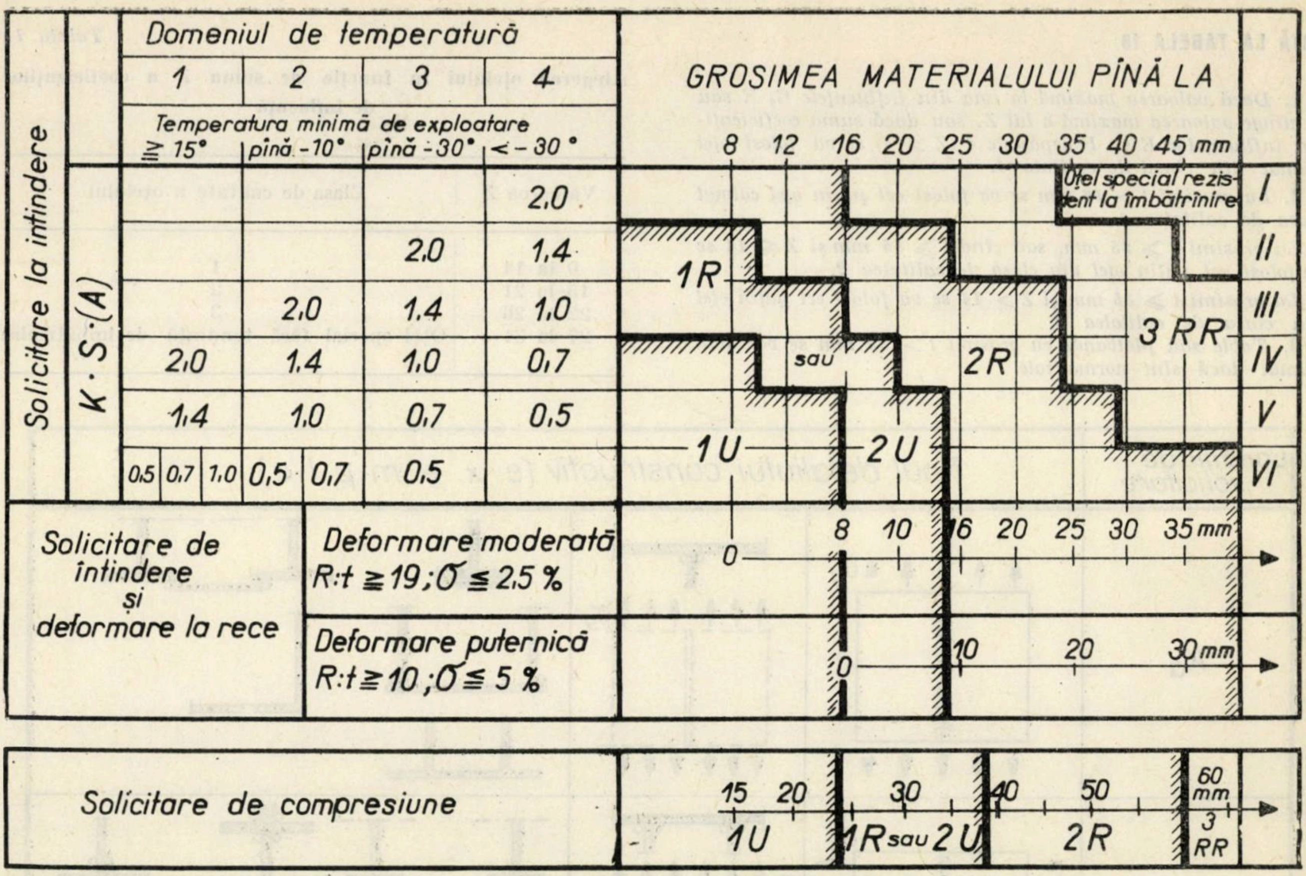


Tabela 13 – Tabelă pentru alegerea clasei de calitate a oțelurilor pentru construcții sudate (metoda prof. G. Bierret)
σ = alungirea specifică

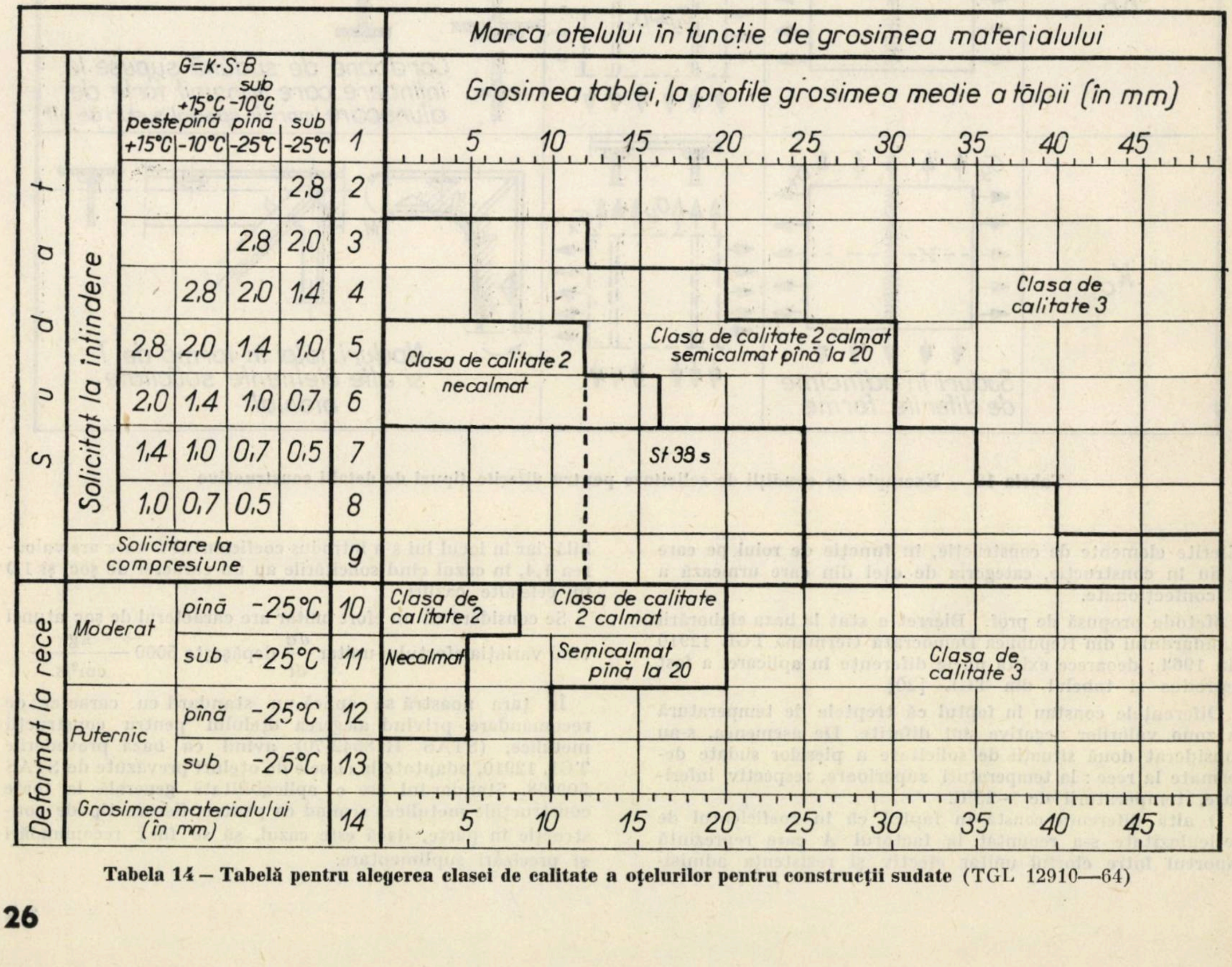


Tabela 14 – Tabelă pentru alegerea clasei de calitate a oțelurilor pentru construcții sudate (TGL 12910—64)

7. CONCLUZII

Alegerea judicioasă a oțelului pentru construcțiile metalice de diferite tipuri, și în special pentru cele sudate, este o problemă importantă, căreia i s-a acordat o deosebită atenție în întreaga lume. După o serie de accidente apărute în prima perioadă de extindere a sudurii la construcții importante a fost luat un ansamblu de măsuri care, așa cum arată o anchetă efectuată de *Institutul Internațional de Sudură* [22], a avut ca urmare reducerea simțitoare, în ultima perioadă, a cazurilor de rupere fragilă a construcțiilor metalice.

★

În cadrul prezentului articol au fost trecute în revistă principalele probleme pe care le ridică folosirea rațională a oțelului în construcții metalice; folosirea unor oțeluri cu performanțe ridicate duce însă la scumpirea construcțiilor și aceasta trebuie să fie justificată de cerințele care se impun acestor construcții.

Trebuie, de asemenea, precizat că metodele de alegerea oțelului, propuse de diferite norme, reprezintă o orientare pentru inginerul proiectant, dar că, pentru proiectarea practică, este necesar să cunoască toate aspectele legate de această problemă, sesizînd nuanțele care pot diferenția cazurile concrete de cele tipice cuprinse în recomandările normelor. Astfel va fi posibilă o justă încadrare a problemei și alegerea unui oțel cu toate garanțiile de siguranță și cu un cost cît mai redus.

BIBLIOGRAFIE

[1] K. Ruhl : *Die Sprödbruchsicherheit von Stahlkonstruktionen.* Düsseldorf, Werner-Verlag, 1959.

[2] ... [7] *IIS/IIW* – Doc. X 414–67 E, Doc. X 420-67, Doc. X 418-67 F, Doc. X 421-79 E, Doc. X 419-67 E, Doc. X 417-67 F.

[8] * * * Promîșlenoe stroitelstvo Nr. 2/1970.

[9] *IIS/IIW*–Doc. X–68.

[10] ISO – *Structural Steel.* Draft ISO Recomandation No. 918 (February 1966)

[11] * * * DIN 17100-66

[12] * * * TGL 7960-60

[13] * * * STAS 500-68

[14] * * * GOST 380-60

[15] Zeliatov V. N. : *Vîbor stali dlia stroitelnîh metalliceskih konstrukții.* Moscova, 1965.

[16] Melnikov N. P. : *Spravocinik konstruktora po stalnîm konstrukțiam.* Moscova, 1965.

[17] * * * STAS 763-66 și STAS 763–70 (revizuit)

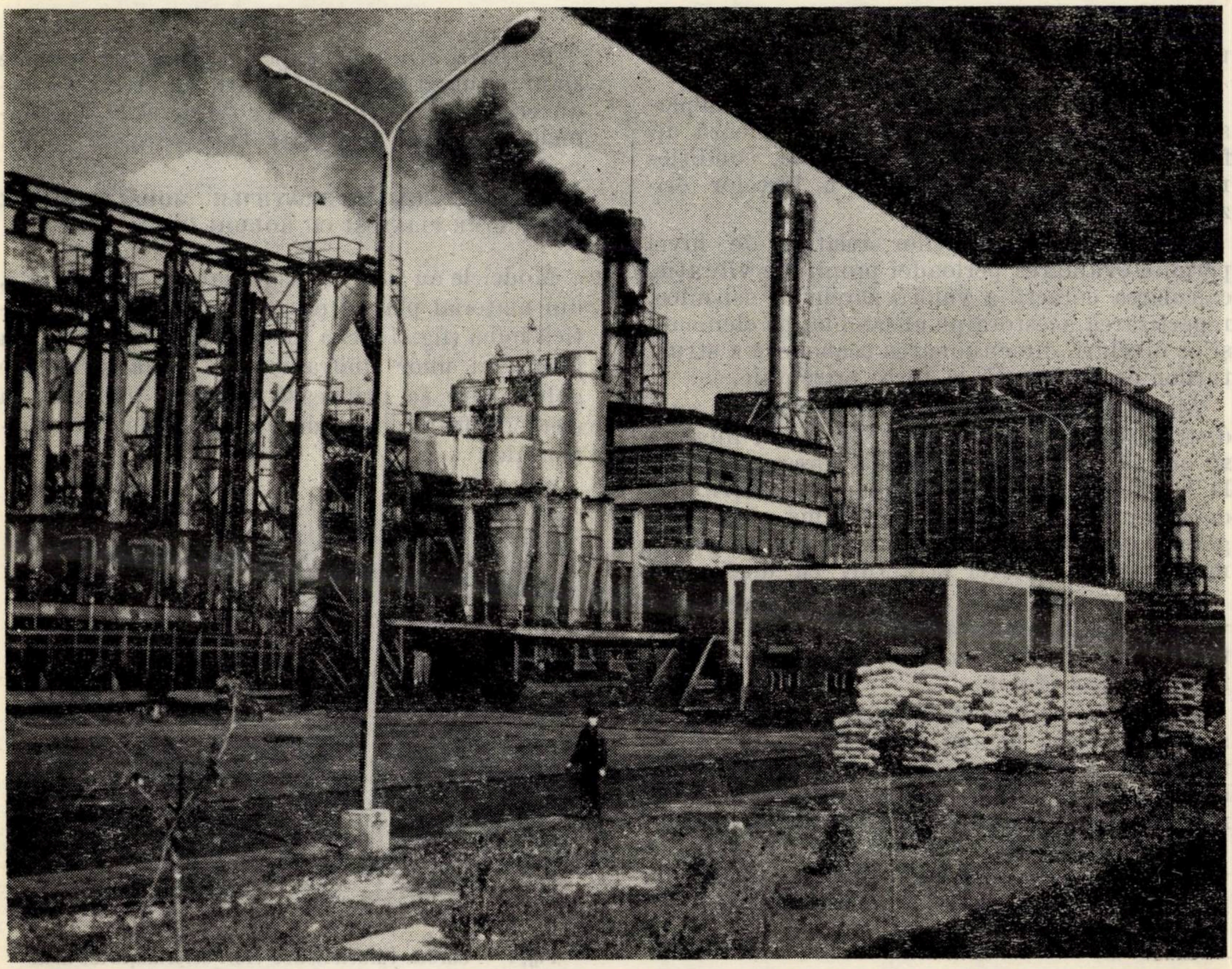
[18] * * * *Stahlbau. Ein Handbuch für Studium und Praxis.* Ed. 2, 1961.

[19] * * * D.V.S. – *Katalog zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweisste Stahlbauten.*

[20] * * * TGL 12910–64

[21] * * * STAS R 8542–70

[22] * * * *Welding in the World.* Vol. 1964–1968.



Fabrica de negru de fum de la Pitești

Cercetări pe modele privind

VARIAŢIA RIGIDITĂŢII DIAFRAGMELOR ÎN RAPORT CU DISTRIBUŢIA GOLURILOR*

Prof. ing. **A. ŞESAN,** ing. **VASILE DASCĂLU**

Intreprinderea 4 construcţii-montaj Iaşi

1. INTRODUCERE

Determinarea corectă a rigidităţilor la deplasare la diafragmele cu goluri, ce formează diferite elemente structurale verticale, condiţionează calculele de repartiţie a forţelor orizontale.

Cunoaşterea rigidităţilor relative de nivel permite evaluarea perioadei proprii de vibraţie, calcularea corectă a valorii sarcinilor seismice, repartizarea acestora pe ansamblu, pe elemente şi pe niveluri, dimensionarea economică a structurilor de rezistenţă la forţe orizontale.

Alegerea unui anumit tip de diafragmă, cu o distribuţie raţională a golurilor, astfel încît să se obţină o adaptare spaţială corespunzătoare la acţiunea sarcinilor în raport cu distribuţia de ansamblu a celorlalte diafragme, pline şi cu goluri, este o problemă de concepţie la predimensionarea oricărei structuri cu diafragme.

În acest sens ar fi util să se cunoască cum variază rigiditatea relativă de nivel la diverse tipuri de diafragme cu goluri în raport cu diafragma plină-etalon.

Avînd în vedere dificultăţile teoretice, cît şi cele practice pentru calculul acestor rigidităţi, s-a impus necesitatea abordării unor studii şi încercări experimentale pe modele la scară redusă pentru determinarea şi verificarea modului cum variază deformaţiile diafragmelor cu goluri funcţie de distribuţia şirurilor de goluri, respectiv variaţia rigidităţilor relative de nivel.

Pe baza studiilor experimentale pe modele s-au putut stabili coeficienţi calitativi de reducere a rigidităţii relative de nivel la diafragmele cu goluri raportate la diafragma plină.

2. TIPUL ŞI CARACTERISTICILE MODELELOR DE DIAFRAGME PLINE ŞI CU GOLURI ÎNCERCATE

Modelele au fost confecţionate la scara 1 : 25, din material plastic dur, cu o comportare elastică bună (fig. 1). S-a început şi insistat asupra încercării unor diafragme cu două şiruri de goluri care se utilizează cel mai frecvent ca element transversal de rigidizare la forţe orizontale.

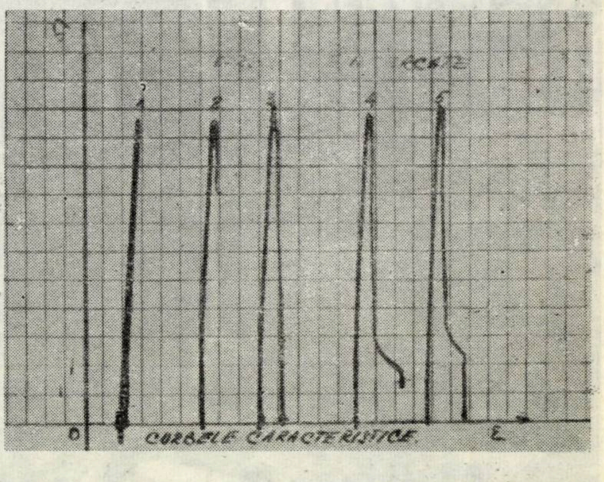


Fig. 1 — Curbele caracteristice efort-deformaţie ale materialului plastic dur din care s-au confecţionat modelele de diafragme

---

* Comunicare prezentată la ,,Conferinţa privind calculul seismic al structurilor'', Iaşi, 1— 4 septembrie 1970.

Au fost menţinute constant dimensiunile buiandrugilor, respectiv ale golurilor practicate, şi s-a variat poziţia şirurilor de goluri astfel încît raportul între lăţimea spaletului marginal şi a celui central a rezultat cu valori cuprinse între 0,3—3,50.

S-au încercat 10 tipuri de modele de diafragme, din care un model de diafragmă plină considerată etalon (fig. 2).

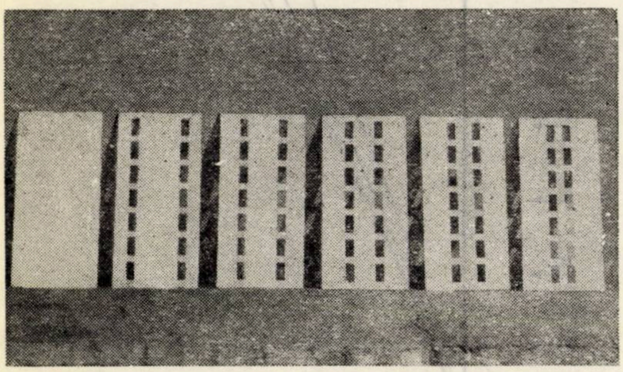


Fig. 2 — Modele ale tipurilor de diafragme încercate

Pentru fiecare tip de diafragmă s-au executat cîte două modele identice. Caracteristicile materialului plastic din care au fost confecţionate modelele s-au determinat prin încercarea la tracţiune a unor epruvete, determinarea modulului de elasticitate şi determinarea diagramelor de deformaţie ale diafragmelor sub sarcini aplicate la ultimul nivel (fig. 3). Efortul unitar de curgere a prezentat valori peste 116 kgf/cm² iar efortul unitar de rupere peste 206 kgf/cm².

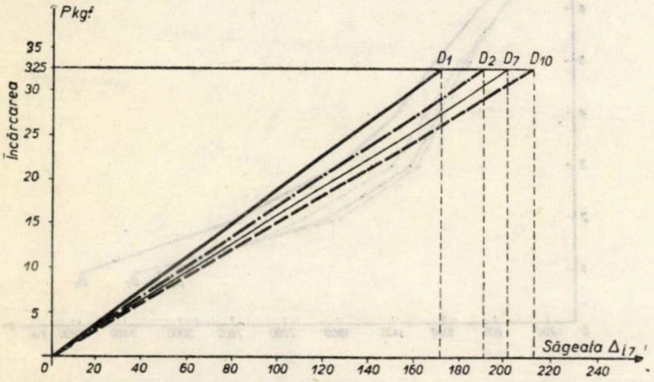


Fig. 3 — Diafragmele caracteristice ale tipurilor principale de modele încercate (D1, D2, D7, D10)

3. APARATURA UTILIZATĂ ŞI ÎNCERCAREA MODELELOR

A fost conceput un dispozitiv care permite realizarea încastrării perfecte a diafragmelor la bază (lucru în consolă) şi împiedică pierderea stabilităţii la acţiunea sarcinilor situate în planul lor (fig. 4).

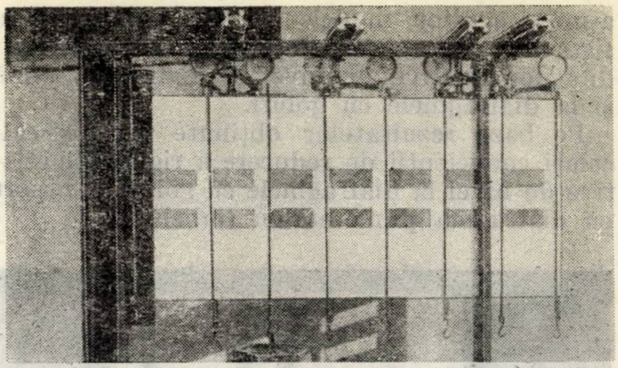


Fig. 4 — Dispozitivul utilizat pentru încercarea modelelor

Măsurarea deformaţiilor s-a făcut cu ajutorul microcomparatoarelor.

Modelele au fost încărcate cu o forţă concentrată aplicată în dreptul fiecărui nivel şi s-au măsurat, sub această încărcare, deplasările în dreptul tuturor nivelurilor.

Mărimea sarcinii a fost stabilită după un număr suficient de încercări prin care s-a găsit valoarea forţei care să permită obţinerea de valori distincte între deplasările de nivel ale tipurilor de diafragmă cu goluri modelate.

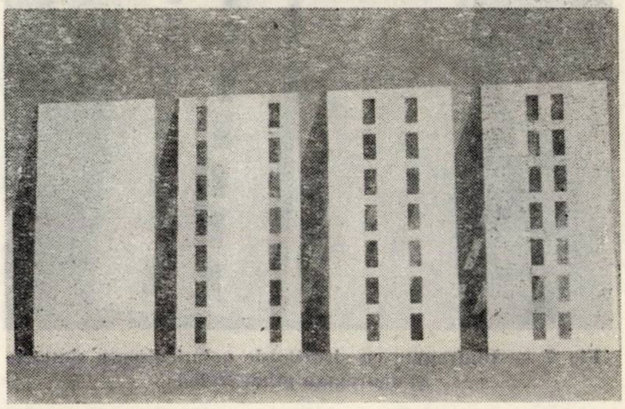


Fig. 5 — Tipurile caracteristice de diafragme model încercate

Se prezintă aici numai rezultatele obţinute pe tipurile de diafragme caracteristice (fig. 5):

D1 — diafragma plină etalon;

D2 — diafragma cu şirurile de goluri extreme la care spaleţii marginali împreună cu buiandrugii pot fi asimilaţi cu cadre (fig. 6);

D7 — diafragma cu şirurile de goluri simetrice (fig. 7);

D10 — diafragma cu şirurile de goluri foarte apropiate (asimilare cu o diafragmă cu goluri mari) (fig. 8).

În figura 9 sînt trasate curbele deplasărilor absolute ale celor patru tipuri de diafragme caracteristice, sub încărcarea cu forţe concentrate, constante ca mărime, aplicate în dreptul fiecărui nivel.

În tabela 1 sînt arătate rezultatele încercărilor efectuate, media pe 10 serii de încercări

asupra acestor modele de diafragme, iar în figura 10 s-a reprezentat grafic variaţia rigidităţilor relative de nivel la diafragma plină şi la diafragmele cu goluri.

Pe baza rezultatelor obţinute au fost calculaţi coeficienţii de reducere a rigidităţii relative de nivel la diafragmele cu goluri în raport cu diafragma plină etalon (tabela 2).

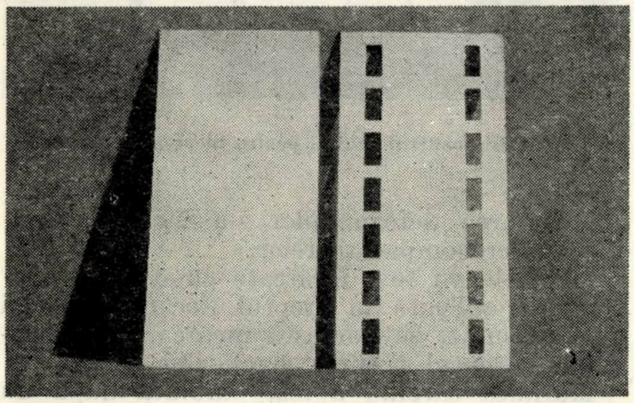


Fig. 6 — Diafragma cu şirurile de goluri dispuse marginal şi diafragmă plină-etalon

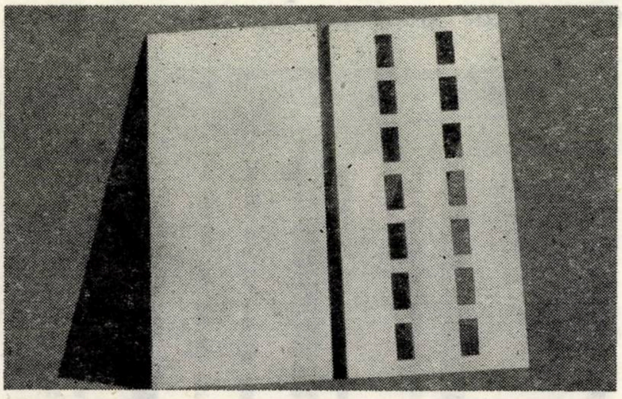


Fig 7 — Diafragma cu şirurile de goluri dispuse simetric şi diafragma plină-etalon

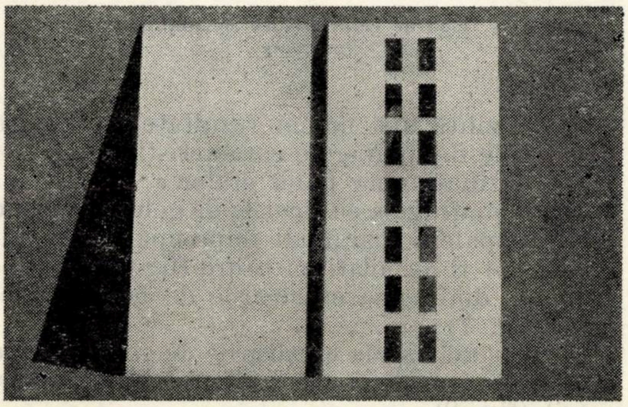


Fig. 8 — Diafragma cu şirurile de goluri apropiate la distanţă egală cu înălţimea buiandrugilor şi diafragma plină-etalon

4. UNELE CONCLUZII

Reducerea rigidităţii relative de nivel la tipurile de diafragme cu goluri încercate, faţă de diafragma plină-etalon, variază între 11% şi 31%, fiind diferenţiată funcţie de distribuţia şirurilor de goluri şi de nivelul la care se referă.

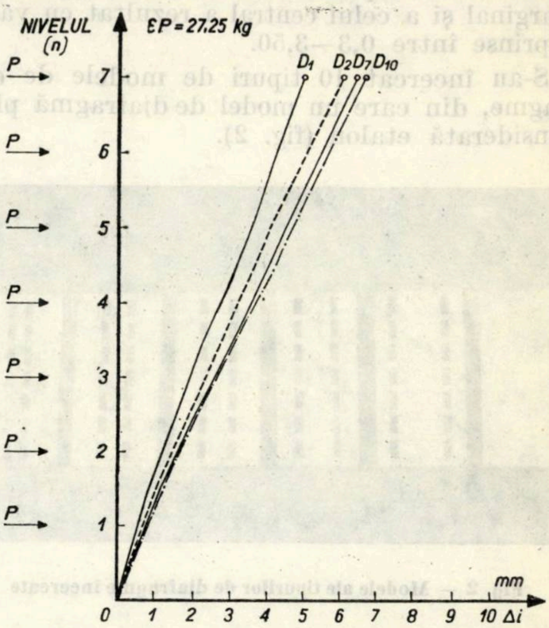
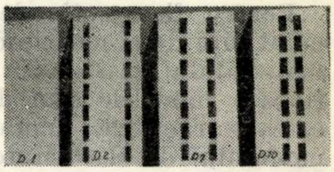


Fig. 9 — Deformaţiile absolute ale diafragmei pline şi ale diafragmelor cu două şiruri de goluri. Curbele deplasărilor absolute ale modelelor de diafragme D1, D2, D 7 şi D10



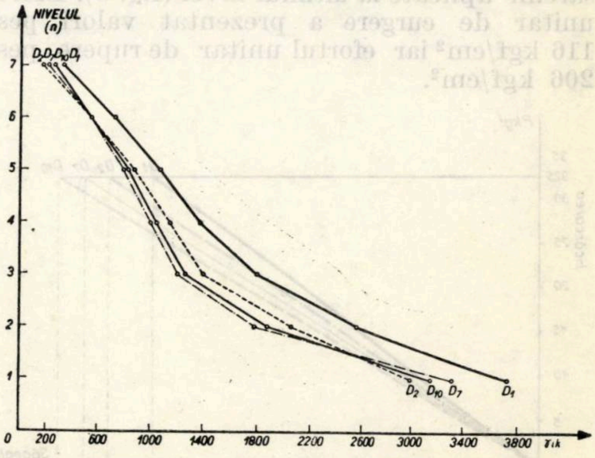
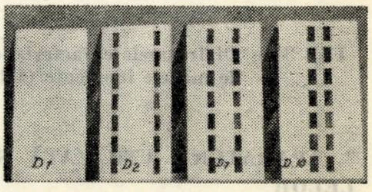


Fig. 10 — Variaţia rigidităţilor relative de nivel la diafragma plină-etalon şi la diafragmele cu goluri D1, D2, D7 şi D10



Diafragma de tipul D2 cu şiruri de goluri marginale are rigidităţile relative de nivel mai mari decît toate celelalte tipuri de diafragme cu goluri (cu excepţia nivelurilor 7 şi 1 unde are valori minime).

Tabela 1

Nivelul (*i*)	Forţe tăietoare *Ti* (kg)	Deplasări absolute de nivel Δik (cm)				Deplasări relative de nivel δ_{ik} (cm)				Rigidităţi relative de nivel $rik = \frac{Tik}{\delta ik}$			
		D1	D2	D7	D10	D1	D2	D7	D10	D1	D2	D7	D10
7	27,25	0,490	0,614	0,654	0,643	0,075	0,102	0,097	0,096	364	267	280	283
6	54,50	0,415	0,512	0,557	0,547	0,074	0,095	0,092	0,094	778	574	593	579
5	81,75	0,341	0,417	0,465	0,453	0,074	0,089	0,099	0,097	1 100	916	825	840
4	109,00	0,267	0,328	0,366	0,356	0,077	0,092	0,107	0,103	1 415	1 180	1 020	1 057
3	136,25	0,190	0,236	0,259	0,253	0,076	0,095	0,111	0,107	1 800	1 430	1 230	1 270
2	163,50	0,114	0,141	0,148	0,146	0,063	0,078	0,091	0,086	2 600	2 095	1 800	1 900
1	190,75	0,051	0,063	0,057	0,060	0,051	0,063	0,057	0,060	3 740	3 030	3 350	3 179
0	218,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				

Tabela 2

Coeficienţi de reducere a rigidităţii relative de nivel la diafragmele cu goluri încercate

Nivelul	Diafragma plină D1	Coeficienţi de reducere a rigidităţii relative de nivel la diafragmele cu goluri		
		D 2	D 7	D 10
7	364	0,74	0,77	0,78
6	778	0,74	0,76	0,75
5	1 100	0,83	0,75	0,72
4	1 415	0,83	0,72	0,75
3	1 800	0,80	0,69	0,70
2	2 600	0,80	0,69	0,73
1	3 740	0,82	0,89	0,85

Diafragma de tipul D7, cu şiruri de goluri simetrice, prezintă valori minime pentru rigidităţile relative de nivel.

Deformaţiile în zona nivelurilor 5—7 sînt aproximativ paralele şi, ca atare, deplasările relative sînt constante, iar valorile rigidităţilor relative de nivel au valori apropiate.

Cunoaşterea coeficienţilor de reducere a valorii rigidităţilor relative de nivel la diafragme cu goluri, în raport cu distribuţia şirurilor de goluri şi diafragma plină, permite proiectantului să opteze de la început asupra diafragmelor cu comportarea cea mai favorabilă la acţiunile orizontale, în condiţiile aceluiaşi consum de material pentru realizare.

Se poate aprecia, prin comparaţie, răspunsul dinamic al diafragmelor la sarcinile seismice şi este posibil să se dispună mult mai raţional fiecare tip de diafragmă în ansamblul unei structuri alcătuite din diafragme pline şi cu goluri.

Modelele încercate se referă la diafragme care au raportul dintre lăţimea golurilor şi lăţimea diafragmei egal cu 0,20 (tabela 3).

Evident, variind şi acest raport, mărimea rigidităţilor relative de nivel se va modifica în consecinţă.

Tabela 3

Caracteristici geometrice ale modelelor de diafragme încercate

Mărimi constante:

$H = 80$ cm $\left(\frac{H}{B} = 2\right)$

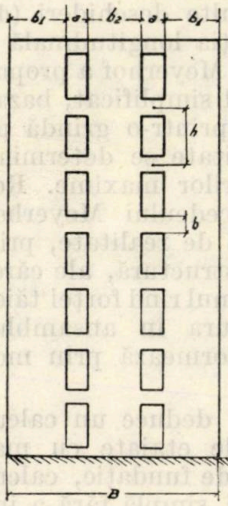
$B = 40$ cm

$h = 11{,}30$ cm

$b = 3{,}00$ cm

$a = 4{,}00$ cm

$\frac{2a}{B} = 0{,}20$



Mărimi variabile:

Modelul de diafragmă	Dimensiuni		$\frac{b_1}{b_2}$
	b_1	b_2	
D1	—	—	
D2	6	20	0,30
D3	7	18	0,39
D4	8	16	0,50
D5	9	14	0,64
D6	10	12	0,83
D7	11	10	1,10
D8	12	8	1,50
D9	13	6	2,16
D10	14	4	3,50

Rezultatele calitative obţinute demonstrează necesitatea abordării în continuare a unor experimentări şi cercetări sistematice pe modele care să cuprindă gama variată şi uneori complexă a tipurilor de diafragme cu goluri utilizate ca elemente de rezistenţă la acţiunile orizontale.

CALCULUL INTERACȚIUNII ÎNTRE CADRELE ETAJATE CU MAI MULTE DESCHIDERI ȘI TERENUL DE FUNDAȚIE

Ing. EINAR KEINTZEL

În [2] s-a arătat calculul interacțiunii între cadrele etajate simetrice cu două sau trei deschideri și terenul de fundație. Pentru calculul cadrelor etajate cu mai multe deschideri (de ex. pentru calculul pe direcția longitudinală a construcțiilor etajate), G. G. Meyerhof a propus în [4] un procedeu de calcul simplificat, bazat pe înlocuirea cadrului real printr-o grindă pe mediu elastic, a cărei rigiditate se determină din condiția egalității tasărilor maxime. Rezultatele corespunzînd procedeului Meyerhof pot să difere însă mult față de realitate, prin faptul că se înlocuiește o structură, ale cărei deformații se datoresc în primul rînd forței tăietoare ce acționează structura în ansamblu, printr-un element ce se deformează prin momente încovoietoare.

În cele ce urmează se va deduce un calcul al interacțiunii între cadrele etajate cu mai multe deschideri și terenul de fundație, calcul ce se poate aduce la o formă simplă fără a introduce aproximațiile îndepărtate de realitate, folosite în [4], relațiile deduse fiind obținute prin generalizarea relațiilor din [2].

Pentru simplitate, deducerile se vor face pentru un cadru monoton, ale cărui deschideri au rigidități identice.

Se consideră cadrul etajat din figura 1 *a* cu fundații izolate. Pentru calculul rigidităților relative ale deschiderilor este avantajos să se reducă cadrul real din figura 1*a* la cadrul înlocuitor din figura 1*b*. Notînd cu I_r și I_s momentul de inerție al unei rigle, respectiv al unui stîlp, și cu l, h lungimile elementelor respective, rigiditatea practică a unei rigle, respectiv a unui capăt de stîlp al acestui cadru înlocuitor, este

$$i_r = \sum \frac{I_r}{l}, \text{ respectiv } i_s = 2 \sum \frac{I_s}{h},$$

sumele fiind extinse la toate riglele din deschiderea considerată, respectiv la toți stîlpii de pe verticala considerată.

Înțelegînd prin rigiditatea relativă $R_{k,\,k+1}$ a deschiderii k, $k+1$ forța tăietoare care apare în rigla cadrului înlocuitor din deschiderea respectivă, în urma unei denivelări unitare între reazemele k, $k+1$, fiecare rigiditate $R_{k,\,k+1}$ depinde de tasările tuturor reazemelor cadrului și se poate calcula prin aproximații succesive, determinînd mai întîi tasările reazemelor fără a ține seama de rigiditatea cadrului și calculînd apoi rigiditățile $R_{k,\,k+1}$ și reacțiunile suplimentare ale cadrului, corespunzînd acestor deplasări impuse, tasările corespunzînd reacțiunilor corectate, rigiditățile și reacțiunile

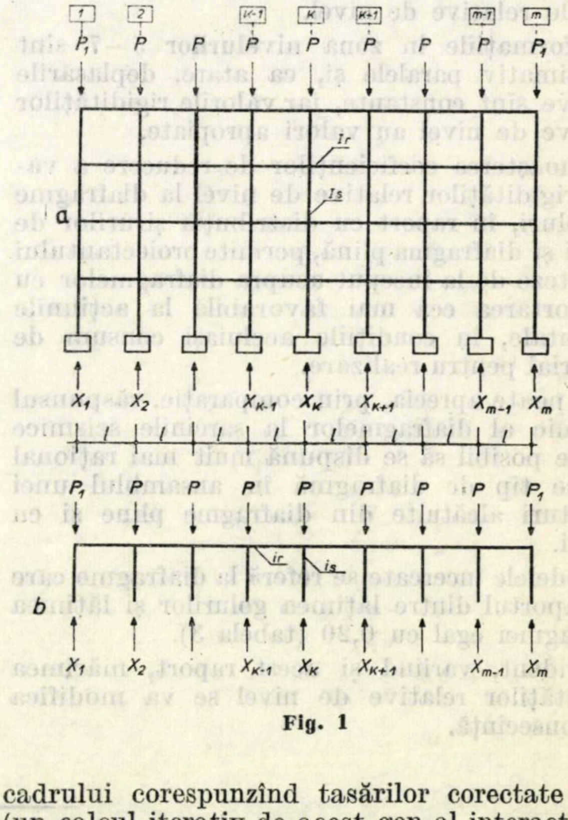


Fig. 1

cadrului corespunzînd tasărilor corectate etc. (un calcul iterativ de acest gen al interacțiunii între structură și teren este dat, de ex., în [10]).

Calculul rigidităţilor $R_{k,\,k+1}$ se poate simplifica în mod esenţial, înlocuind, conform propunerilor din [7], cadrul înlocuitor din figura 2a prin ansamblul de cadre articulate între ele din figura 2b, rigiditatea unei des-

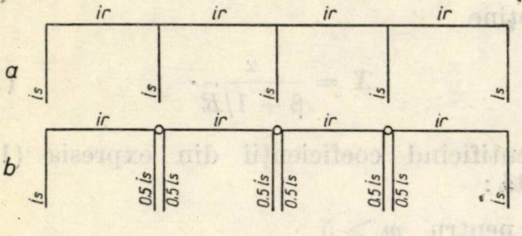


Fig. 2

chideri a structurii din figura 2b depinzînd numai de rigidităţile practice ale barelor cadrului din deschiderea respectivă şi putînd fi exprimată ca atare direct în funcţie de aceste rigidităţi. Astfel, adaptînd relaţiile din [7], rigiditatea relativă a unei deschideri se poate aproxima prin relaţia

$$R = \frac{12\,E\,i_r}{l^2}\,\frac{1}{1+2\dfrac{i_r}{i_s}} \tag{1}$$

pentru o deschidere intermediară, respectiv prin relaţia

$$R = \frac{12\,E\,i_r}{l^2}\,\frac{1{,}5+0{,}75\dfrac{i_r}{i_s}}{1{,}5+3\dfrac{i_r}{i_s}+\left(\dfrac{i_r}{i_s}\right)^2} \tag{2}$$

pentru o deschidere de capăt.

Pentru a simplifica forma relaţiilor care urmează, se mai introduce ipoteza că rigidităţile relative ale tuturor deschiderilor cadrului din figura 1 sînt identice, avînd valoarea R.

Notînd cu y_{k-1}, y_k, y_{k+1} tasările terenului de fundaţie din dreptul stîlpilor $k-1$, k, $k+1$ diferenţele între aceste tasări se pot exprima sub forma

$$y_k - y_{k-1} = \frac{Q_{k-1,\,k}}{R} \tag{3}$$

$$y_{k+1} - y_k = \frac{Q_{k,\,k+1}}{R}, \tag{4}$$

unde $Q_{k-1,\,k}$ reprezintă forţa tăietoare ce acţionează deschiderea $k-1$, k, această forţă tăietoare provenind din faptul că reacţiunea X_j a terenului de fundaţie din punctul j nu este identică cu sarcina verticală P din punctul respectiv.

Scăzînd relaţia (4) din relaţia (3), se obţine

$$-y_{k-1} + 2\,y_k - y_{k+1} = \frac{Q_{k-1,\,k} - Q_{k,\,k+1}}{R} = \frac{P - X_k}{R}. \tag{5}$$

Scriind pentru fiecare stîlp intermediar k o relaţie de tipul relaţiei (5), iar pentru stîlpii extremi relaţia (3), care devine

$$y_2 - y_1 = \frac{X_1 - P_1}{R}, \tag{6}$$

şi exprimînd tasările y_k în funcţie de reacţiunile necunoscute X_j sub forma

$$y_k = \sum_{j=1}^{m} X_j\,\delta_{kj}, \tag{7}$$

rezultă un sistem de ecuaţii liniare din care se pot calcula valorile X_k.

Deplasările unitare δ_{kj} se pot calcula fie prin relaţiile 2.4 şi 2.8.2 din STAS 3300—66 [9], fie, dacă terenul se poate asimila printr-un semispaţiu elastic, caracterizat prin modulul de deformaţie liniară E_0 şi prin coeficientul lui Poisson μ_0, şi dacă stîlpii au fundaţii izolate cu dimensiunile în plan a, b ($a > b$), prin relaţiile

$$\delta_{kk} = \frac{1-\mu_0^2}{\sqrt{\pi}\,E_0\,a}\,F\left(\theta, \frac{\pi}{2}\right) \tag{8}$$

$$\delta_{kj} = \frac{1-\mu_0^2}{\pi\,E_0\,r}\ \text{(formula Boussinesq)}, \tag{9}$$

unde r reprezintă distanţa între punctele k, j, iar $F\left(\theta, \frac{\pi}{2}\right)$ integrala eliptică de speţa întîi, ale cărei valori se dau în tabelele din [6] în funcţie de

$$\theta = \arcsin\sqrt{1-\left(\frac{b}{a}\right)^2}$$

Pentru fundaţia pătrată rezultă

$$F\left(0, \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{2},\quad \delta_{kk} = \frac{(1-\mu_0^2)\sqrt{\pi}}{2\,E_0\,a} = 0{,}886\,\frac{1-\mu_0^2}{E_0\,a}. \tag{10}$$

Se precizează că relaţia (8) este dedusă în [1] pentru cazul unui bloc de fundaţie indeformabil.

Dacă se mai consideră că tasarea în dreptul stîlpului k ste influenţată numai de reacţiunile X_{k-1}, X_k, X_{k+1}, adică dacă se consideră

$$\delta_{kj} \neq 0 \text{ pentru } |k-j| \leqslant 1$$

$$\delta_{kj} = 0 \text{ pentru } |k-j| > 1$$

şi, dacă se consideră din cauza monotoniei structurii

$$\delta_{kk} = \delta_{11}$$

$$\delta_{k-1,k} = \delta_{k,\,k+1} = \delta_{12},$$

sistemul de ecuaţii (5), (6) primeşte forma

$$\begin{aligned}
a_1' X_1 + a_2' X_2 + a_3 X_3 &= P_1/R \\
a_2' X_1 + a_1 X_2 + a_2' X_3 + a_3 X_4 &= P/R \\
a_3 X_1 + a_2 X_2 + a_1 X_3 + a_2 X_4 + a_3 X_5 &= P/R \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\
a_3 X_{k-2} + a_2 X_{k-1} + a_1 X_k + a_2 X_{k+1} + a_3 X_{k+2} &= P/R \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\
a_3 X_{m-4} + a_2 X_{m-3} + a_1 X_{m-2} + a_2 X_{m-1} + a_3 X_m &= P/R \\
a_3 X_{m-3} + a_2' X_{m-2} + a_1 X_{m-1} + a_2' X_m &= P/R \\
a_3 X_{m-2} + a_2' X_{m-1} + a_1' X_m &= P_1/R,
\end{aligned} \tag{11}$$

unde s-a notat

$$\begin{aligned}
a_3 &= -\delta_{12} \\
a_2 &= -\delta_{11} + 2\,\delta_{12} \\
a_2' &= -\delta_{11} + \delta_{12} \\
a_1 &= 2\,(\delta_{11} - \delta_{12}) + 1/R \\
a_1' &= \delta_{11} - \delta_{12} + 1/R.
\end{aligned}$$

Se observă că sistemul de ecuaţii (11) îndeplineşte criteriul lui Wittmayer, putînd fi rezolvat în bune condiţii prin aproximaţii succesive. În caz că $1/R$ este mic în raport cu $2\,(\delta_{11} - \delta_{12})$, în cazul unei construcţii foarte rigide, convergenţa rezolvării iterative a sistemului de ecuaţii (11) devine lentă. În acest caz, sistemul de ecuaţii (11) se poate rezolva în mod avantajos, după cum a arătat încă Műller-Breslau [5] [8], prin metoda eliminării: din ecuaţia (1) se exprimă X_1 în funcţie de X_2, X_3, din ecuaţia (2) se exprimă X_2 în funcţie de X_3, X_4 ... din ecuaţia $m-1$ se exprimă X_{m-1} în funcţie de X_m, iar din ecuaţia m se determină X_m.

Făcînd o serie de calcule comparative (vezi exemplul de calcul), a rezultat că pentru construcţiile curente rezolvarea sistemului de ecuaţii (11) se poate simplifica mult, rezultatele obţinute păstrînd o exactitate practică suficientă, dacă se notează

— pentru $m > 3$

$$\begin{aligned}
X_1 &= X_m = P_1 + X \\
X_2 &= X_{m-1} = P - X,
\end{aligned} \tag{12}$$

— pentru $m = 3$

$$\begin{aligned}
X_1 &= X_3 = P_1 + 0{,}5\,X \\
X_2 &= P - X
\end{aligned} \tag{12 a}$$

şi se consideră, dacă $m \geqslant 5$, pentru celelalte necunoscute valoarea aproximativă

$$X_3 = X_4 = \ldots = X_k = \ldots = X_{m-3} = X_{m-2} = P, \tag{13}$$

corespunzînd aproximaţiei

$$y_2 = y_3 = \ldots = y_k = \ldots = y_{m-2} = y_{m-1}.$$

Introducînd aceste valori în prima ecuaţie a sistemului (11) şi exprimînd diferenţa între tasarea fundaţiei 2

$$\delta_2 = X_2 \delta_{11} + (X_1 + X_3)\,\delta_{12}$$

şi tasarea fundaţiei 1

$$\delta_1 = X_1 \delta_{11} + X_2 \delta_{12}$$

sub forma

$$\delta = \alpha - \beta\,X, \tag{14}$$

se obţine

$$X = \frac{\alpha}{\beta + 1/R}. \tag{15}$$

Identificînd coeficienţii din expresia (14), rezultă:

— pentru $m \geqslant 5$

$$\alpha = \delta_{12} P_1 + \delta_{11} (P - P_1)$$

$$\beta = 2\,(\delta_{11} - \delta_{12}),\ \beta + 1/R = a_1$$

— pentru $m = 4$

$$\alpha = \delta_{12} P_1 + \delta_{11} (P - P_1)$$

$$\beta = 2\delta_{11} - \delta_{12}$$

— pentru $m = 3$

$$\alpha = \delta_{12} (2P_1 - P) + \delta_{11} (P - P_1)$$

$$\beta = 1{,}5\,\delta_{11} - 2\delta_{12}.$$

Expresia (15), avînd aceeaşi formă ca şi expresia (7) din [2], în care s-a notat $\gamma = 1/R$ pentru $m > 3$ şi $\gamma = 0{,}5/R$ pentru $m = 3$, se poate considera şi influenţa curgerii lente a betonului asupra forţei X în modul arătat în [2] şi [3].

EXEMPLU DE CALCUL

Se calculează interacţiunea între cadrul înlocuitor din figura 3, avînd $R = 3\,200$ t/m şi un teren de fundaţie, caracterizat prin $E_0 = 2\,000$ t/m² şi $\mu_0 = 0{,}5$, fundaţiile stîlpilor avînd dimensiunile în plan de $2{,}0 \times 2{,}0$ m, iar $P = P_1 = 120$ t.

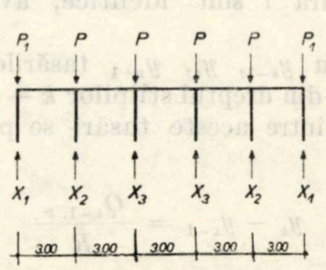


Fig. 3

Calculînd:

$$\frac{E_0}{1-\mu_0^2}\,a_3 = -\frac{1}{3{,}0\,\pi} = -0{,}106$$

$$\frac{E_0}{1-\mu_0^2}\,a_2 = -\frac{0{,}886}{2{,}0} + \frac{2}{3{,}0\,\pi} = -0{,}233$$

$$\frac{E_0}{1-\mu_0^2}\,a_2' = -\frac{0{,}886}{2{,}0} + \frac{1}{3{,}0\,\pi} = -0{,}339$$

$$\frac{E_0}{1-\mu_0^2}\,a_1 = 2\left(\frac{0{,}886}{2{,}0} - \frac{1}{3{,}0\,\pi}\right) +$$

$$+ \frac{2\,000}{(1-0{,}5^2)\cdot 3200} = 1{,}511$$

$$\frac{E_0}{1-\mu_0^2}\,a_1' = \frac{0{,}886}{2{,}0} - \frac{1}{3{,}0\,\pi} -$$

$$- \frac{2\,000}{(1-0{,}5^2)\cdot 3200} = 1{,}172$$

$$\frac{E_0}{1-\mu_0^2}\,\frac{P}{R} = \frac{2\,000}{1-0{,}5^2}\cdot\frac{120}{3\,200} = 100,$$

sistemul de ecuaţie (11) devine

$$1{,}172\,X_1 - 0{,}339\,X_2 - 0{,}106\,X_3 = 100$$

$$-0{,}339\,X_1 + 1{,}511\,X_2 - 0{,}339\,X_3 - 1{,}106\,X_3 = 100$$

$$-\,0{,}106\,X_1 - 0{,}233\,X_2 + 1{,}511\,X_3 -$$

$$-\,0{,}233\,X_3 - 0{,}106\,X_2 \qquad = 100,$$

rezultînd

$$X_1 = 127{,}7 \text{ t}$$

$$X_2 = 110{,}2 \text{ t}$$

$$X_3 = 118{,}0 \text{ t}.$$

Punînd în mod aproximativ $X_3 = P = 120$ t şi aplicînd relaţia (15), rezultă

$$X = \frac{120\,\delta_{12}}{a_1} = \frac{120\cdot 0{,}106}{1{,}511} = 8{,}4 \text{ t}.$$

$$X_1 = 128{,}4 \text{ t}$$

$$X_2 = 111{,}6 \text{ t}.$$

BIBLIOGRAFIE

[1] Fischer K.: *Die starre elliptische Platte auf elastisch-isotroper Unterlage mit Anwendung auf rechteckige Platten.* Der Bauingenieur 3, 1958.

[2] Keintzel E.: *Calculul conlucrării construcţiilor în cadre de beton armat cu terenul de fundaţie.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 12, 1967.

[3] Keintzel E.: *Einfluss des Kriechens auf die Stützensenkungen von Stahlbeton-Hochbauten.* Die Bautechnik, 5, 1968.

[4] Meyerhof G. G.: *The Settlement Analysis of Building Frames.* The Structural Engineer, vol. 25, 1953.

[5] Müller-Breslau H.: *Die graphische Statik der Baukonstruktionen.* Stuttgart, Ed. A. Kröner, 1922.

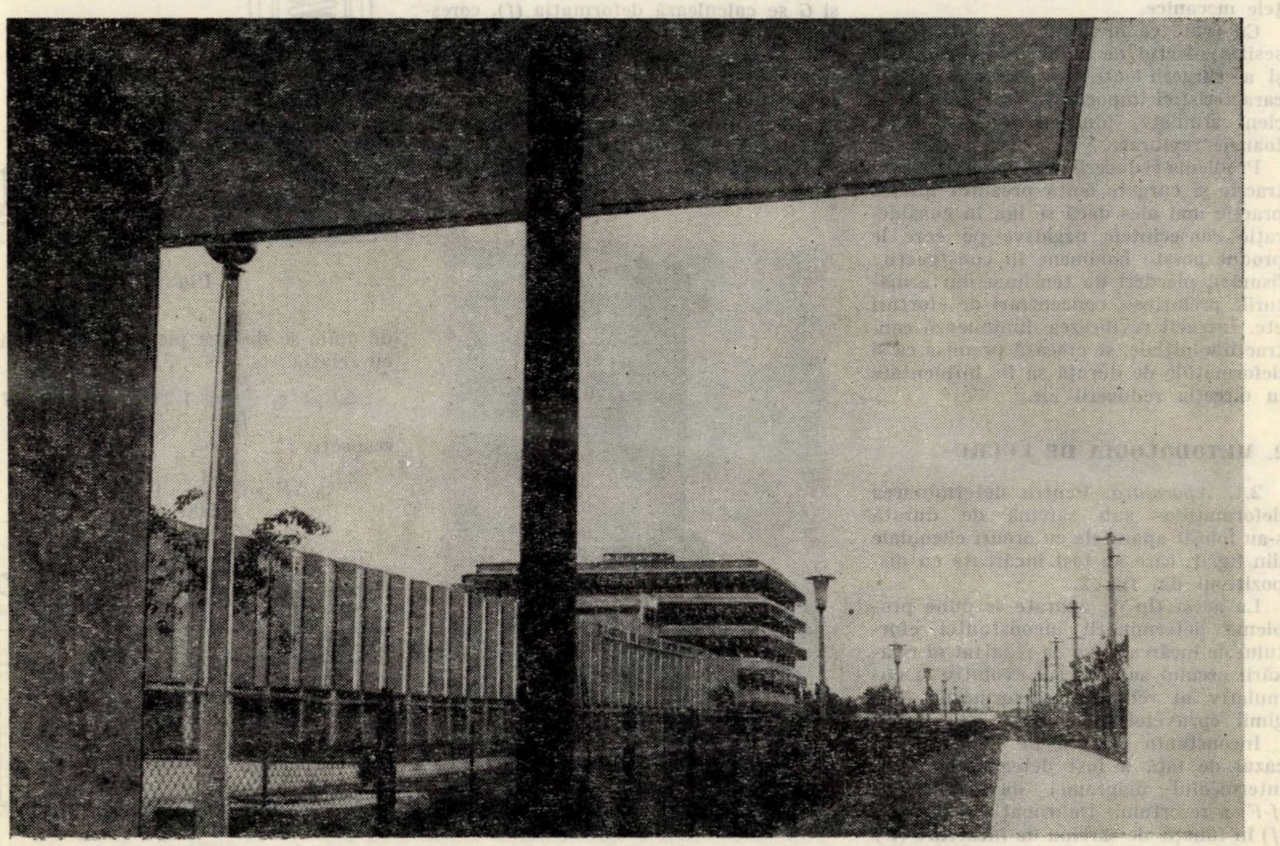
[6] Segal B. I., Semendiaev K. A.: *Piatiznacintie matematiceskie tabliţi.* Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moskva — Leningrad, 1950.

[7] Shepherd R., Wood J. H.: *Normal properties of multistorey frameworks.* Journal of sound and vibration, vol. 3, nr. 3, mai 1966.

[8] Worch G.: *Lineare Gleichungen in der Baustatik.* Beton-Kalender 1960. Berlin, Ed. Wilhelm Ernst u. Sohn, 1960.

[9] * * * *STAS 3 300—66. Terenul de fundaţii. Calculul deformaţiilor probabile.*

[10] Chamecki S.: *Calcul des tassements progressifs des fondations, en tenant compte de l'interaction des structures et du sol.* Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, IX, 1969.



Uzina de elemente pentru automatizări — Bucureşti

Efectul revibrării asupra deformaţiilor de durată ale betoanelor

Conf. dr. ing. **N. I. VOINA**
Institutul de construcţii Bucureşti

1. PREZENTAREA LUCRĂRII

Pentru dirijarea formării structurii pietrei de ciment în direcţia evitării apariţiei şi dezvoltării tensiunilor interne şi a consecinţelor generate de acestea asupra caracteristicilor betonului, s-a studiat de mai mulţi ani procedeul de revibrare în perioada de priză [1], [2], [3].

Studiile au fost axate în special pe elucidarea circumstanţelor în care se formează structura pietrei de ciment în funcţie de natura mineralogică a cimenturilor sub efectul revibrării, ca indice al eficacităţii fiind considerate rezistenţele mecanice.

Cu toate că în primele lucrări a fost sesizat efectul de reducere a contracţiei şi al curgerii lente prin revibrare, aceste caracteristici importante au fost insuficient studiate, pînă în prezent, la betoanele revibrate.

Problema reducerii deformaţiei de contracţie şi curgere lentă prezintă interes practic mai ales dacă se iau în consideraţie consecinţele negative pe care le produc aceste fenomene în construcţii : fisurări, pierderi de tensiune din armăturile preîntinse, concentrări de eforturi etc. Întrucît revibrarea diminuează contracţiile iniţiale, se creează premisa ca şi deformaţiile de durată să fie influenţate în direcţia reducerii lor.

2. METODOLOGIA DE LUCRU

2.1. *Aparatura*. Pentru determinarea deformaţiilor sub sarcină de durată s-au folosit aparatele cu arcuri elicoidale din fig. 1, care au fost încărcate cu dispozitivul din fig. 2.

La acest tip de aparate se pune problema determinării inconstanţei efortului de încărcare (σ) ca rezultat al relaxării arcului sub efectul evolutiv şi cumulativ al reducerii (deformării) lungimii epruvetelor solicitate.

Inconstanţa sarcinii de încărcare în cazul de faţă a fost determinată prin intermediul diagramei de deformare (*f-F*) a resortului. Deformaţia resortului (*f*) în funcţie de sarcina de încărcare (*F*) a fost stabilită la o presă hidraulică.

Precizia corelaţiei *f-F* a fost verificată teoretic cu expresia

$$f = \frac{8n \cdot FD^3}{G \cdot d^4} \qquad (1)$$

în care :

f şi *F* au semnificaţiile cunoscute
d, *D* — diametrul interior şi exterior al spirei, în mm
G — modulul de elasticitate, în kgf/mm²
n — numărul de spire ale resortului.

În dependenţă de valorile *D*, *d*, *n*, *F* şi *G* se calculează deformaţia (*f*), corespunzătoare forţei (*F*).

În funcţie de deformarea (*f*) a resortului există posibilitatea determinării în orice moment a pierderii de efort (*F*) în arcul elicoidal. Pentru exemplificare, se consideră un caz defavorabil caracterizat prin valori maxime ale deformaţiei betonului [$\varepsilon_{max} = 4 \times 10^{-3}$ mm]. La o lungime de 300 mm, echivalentă cu a epruvetei din beton, deformaţia va fi :

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{max} \cdot 1 = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = 1{,}2$$

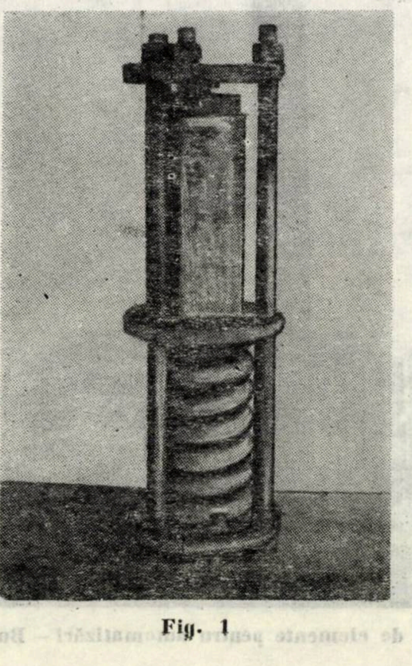


Fig. 1

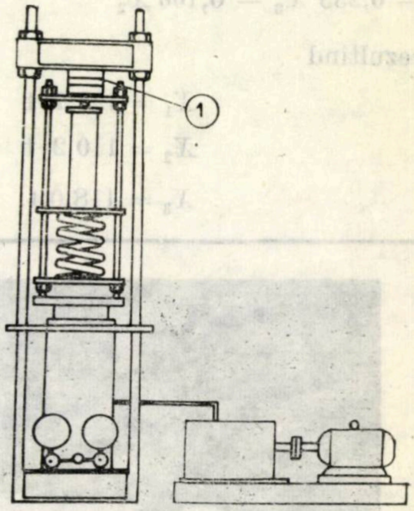


Fig. 2

de unde se deduce pierderea de forţă *F* cu relaţia :

$$\Delta F = \varepsilon_1 \frac{F}{f} = 1{,}2 \frac{6\,500}{110} = 71 \text{ kgf}$$

respectiv :

$$\% \Delta F = \frac{71}{6\,500} \cdot 100 = 1{,}08.$$

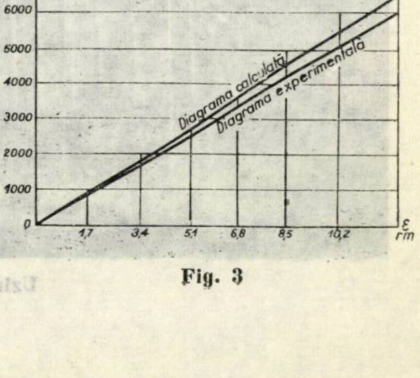


Fig. 3

Practic, inconstanţa de încărcare, ţinînd seama de valorile medii ale deformaţiilor betonului, se situează între 0,4—0,6%, ceea ce în fond poate fi considerată în limitele erorilor acceptabile.

2.2. *Materiale utilizate.* Pentru prepararea betonului s-au utilizat :

2.2.1. *Cimenturile* RIM 200 (alitic), P 400 şi M 400 ale căror caracteristici sînt date în tabela 1.

2.4. *Tipurile de epruvete.* Pentru determinarea rezistenţei la compresiune (*Rb*) s-au folosit cuburi cu $l = 20$ cm, iar pentru contracţie şi curgere lentă prisme de 7,07×7,07×30 cm.

2.5. *Criteriile de punere în operă.* Betoanele au fost compactizate manual şi mecanic prin vibrare şi revibrare. Criteriile de punere în operă vor fi menţionate în detaliu la studiul acestui parametru (pct. 3). Vibrarea şi revi-

3. INFLUENŢA MODULUI DE PUNERE ÎN OPERĂ

3.1. *Date experimentale*

Influenţa acestui parametru a fost studiată pe betoane de compoziţia arătată în tabela 2, confecţionate cu ciment RIM, compactizate manual prin vibrare respectiv revibrare, şi încărcate la vîrsta de 7 zile la un efort $\sigma/Rb = 0{,}33$.

Tabela 1

Caracteristicile cimenturilor

Tip ciment	Apă pentru pasta de consist. normală %	Supr. spec. cm²/g	Priza: încep. h, min	Priza: sfîrşit h, min	Rezistenţa la compresiune kgf/cm² la zile: 3	Rezistenţa la compresiune kgf/cm² la zile: 28	Componenţi mineralogici %: C_3S	C_2S	C_3H	C_4AF
RIM 200	27	3 580	1,30	2,15	290	405	67	6	9	11
P 400	265	2 500	2,45	3,45	180	410	39	9	11	13
M 400	24	2 340	2,15	3,30	156	396	—	—	—	—

2.2.2. *Agregate* de rîu 0—15 mm, sortate pe trei fracţiuni şi combinate aşa încît amestecul lor să se încadreze în domeniul ,,bun'' al curbelor STAS 1667/62 astfel : 0—3 mm = 30 % ; 3—7 mm = 25 % ; 7—15 mm = 45 %.

2.3. *Compoziţia betonului.* Au fost utilizate compoziţiile redate la punctele 3.1, 4, 5.1.

brarea s-au făcut cu o vibromasă de laborator cu o frecvenţă de 50 Hz şi amplitudinea de 0,2 mm la o acceleraţie de 29.

2.6. *Condiţiile de păstrare* au fost identice pentru toate probele (24 ore în tipare, 6 zile în mediu umed apoi în laborator la temperatura 20°±3°C şi umiditate relativă 50 % ± 5 %).

Din tabela 2 se constată că revibrarea conferă un spor de rezistenţă de 80—90 % în comparaţie cu vibrarea şi aproape de 100 % faţă de compactizarea manuală. Valorile deformaţiilor sînt date în tabela 3 şi fig. 4 şi 5.

3.1. *Interpretarea rezultatelor*

Pentru betoane de compoziţie identică, modulii de elasticitate prezintă valori

Tabela 2

Mod de compactizare	Dozajul de ciment kg/cm³	Raport *a/c*	R_b kgf/cm² la zile: 7	28	90	γ_b kg/m³ la zile: proaspăt	28
manual M	265	0,67	210	237	256	2 275	2 210
vibrare V	265	0,67	225	250	275	2 250	2 290
revibrare RV	265	0,67	390	475	492	2 344	2 270

Tabela 3

Deformaţiile în funcţie de modul de punere în operă

Modul de compactizare	Timpul menţinerii sub sarcină zile	Efortul de încărcare (σ) kgf/cm²	Deformaţia elastică ε_e mm/m	Modul de elasticitate E×10³ kgf/cm²	Deformaţiile în mm/m: de durată ε_d	de contracţie ε_c	de curgere lentă ε_{cl}	totale ε_t	Măsura curgerii lente $\frac{\varepsilon_{cl}}{\sigma}10^{-3}$	Măsura deformaţiei de durată $\frac{\varepsilon_d}{\sigma}10^{-3}$
manual	7	69	0,28	248	0,22	0,08	0,14	0,50	1,96	3,19
	14				0,32	0,14	0,18	0,60	2,64	4,64
	28				0,43	0,17	0,26	0,71	3,80	6,13
	56				0,59	0,23	0,36	0,87	5,20	8,55
vibrat	7	74	0,28	260	0,18	0,66	0,12	0,46	1,64	2,43
	14				0,28	0,11	0,17	0,56	2,26	3,79
	28				0,41	0,15	0,26	0,69	3,46	5,54
	56				0,53	0,20	0,33	0,81	4,50	7,16
revibrat	7	128	0,36	312	0,16	0,04	0,12	0,52	0,93	1,25
	14				0,24	0,06	0,18	0,60	1,40	1,87
	28				0,34	0,10	0,24	0,70	1,87	2,66
	56				0,48	0,13	0,35	0,84	2,70	3,75

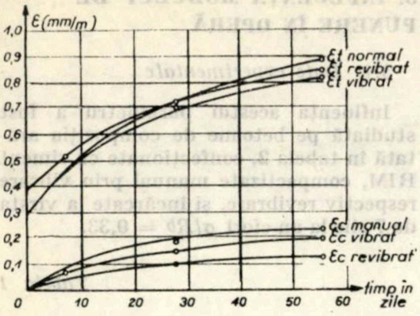


Fig. 4

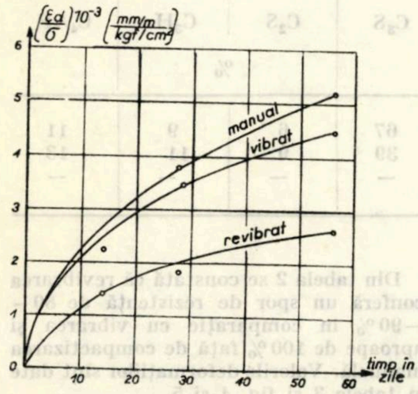


Fig. 5

diferite, în funcţie de modul de punere în operă.

Dacă se consideră valorile modulului de elasticitate al betonului compactizat prin vibrare ca indice de comparaţie rezultă pentru celelalte moduri de punere în operă valorile :

beton vibrat	0,95
beton compactizat manual . .	1,00
beton revibrat	1,36

Pe baza rezultatelor de mai sus se constată faptul că şi în cazul valorilor deformaţiilor elastice se păstrează analogia stabilită cu ocazia determinării rezistenţelor la compresiune. Analogia este determinată de considerentul că revibrarea este sistemul care asigură creşterea esenţială a compactităţii şi deci, implicit, a modulului de elasticitate.

În ceea ce priveşte deformaţiile de durată şi în special de curgere lentă, din compararea datelor redate în tabela 4 nu trebuie trasă concluzia că, în funcţie de modul de compactizare, betoanele nu prezintă o diferenţiere netă a valorilor acestui parametru. Cu toate că valorile curgerii lente calculate în funcţie de măsurătorile directe la 56 de zile sînt aproximativ egale (0,36 mm/m pentru sistemul de compactizare manual, 0,33 mm/m pentru sistemul de compactizare prin vibrare, 0,35 mm/m pentru sistemul de revibrare), totuşi betoanele prezintă capacităţi de deformare foarte diferite, în funcţie de modul de punere în operă.

Din cauză că probele au fost încărcate la eforturi unitare (σ) diferite pentru a se păstra constant raportul de solicitare σ/R_b, rezultatele deformaţiilor calculate din criteriile directe nu pot servi drept criteriu de apreciere. Drept indice de comparaţie raţional trebuie luate valorile măsurii deformaţiilor de durată, determinate de raportul $\left(\frac{\varepsilon d}{\sigma}\right)$, respectiv ale măsurii curgerii lente $\left(\frac{\varepsilon cl}{\sigma}\right)$. Acest criteriu pare justificabil sub două aspecte :

a. — din cauza creşterii neuniforme a rezistenţei la compresiune (R_b) în dependenţă de compoziţia betonului, raportul iniţial de încărcare nu se mai păstrează constant;

b. — în funcţie de R_b la 7 zile, efortul unitar la care sînt încărcate probele diferă evident.

Considerînd măsura deformaţiilor de durată după 7 zile de încărcare la betoanele vibrate drept indice de comparaţie pentru betonul revibrat, se obţine o micşorare de 43 %, în timp ce pentru betonul compactizat manual creşterea este de 18 %.

Este important de menţionat că valorile diferenţiate ale deformaţiilor înregistrate la 7 zile se păstrează aproximativ de acelaşi ordin de mărime pe întreg intervalul măsurătorilor. Astfel, la 56 de zile betoanele revibrate evidenţiază deformaţii reduse cu 40 % în comparaţie cu cele vibrate.

Rezultatele obţinute la betoanele cu ciment RIM concordă cu cele obţinute pe piatră de ciment alitic [1].

Justificarea efectelor revibrării este formulată în [3] şi se axează pe ameliorarea structurii pietrei de ciment prin revibrare, care determină anularea parţială a contracţiilor iniţiale şi a tensiunilor interne.

Reducerea contracţiilor iniţiale concomitent cu mărirea compactităţii determină micşorarea tuturor tipurilor de deformaţii ale betonului revibrat.

4. INFLUENŢA RAPORTULUI APĂ-CIMENT

Această influenţă a fost urmărită pe betoane ale căror caracteristici sînt redate în tabela 4.

Se constată că în funcţie de raportul apă-ciment se obţin prin revibrare sporuri diferenţiate de rezistenţă la compresiune. Astfel :

40 % pentru betoanele cu raport a/c de 0,35

78 % pentru betoanele cu raport a/c de 0,41

82 % pentru betoanele cu raport a/c de 0,45

60 % pentru betoanele cu raport a/c de 0,50

40 % pentru betoanele cu raport a/c de 0,55

Se observă că eficacitatea maximă se obţine în cazul betoanelor confecţionate cu un raport a/c = 0,41 — 0,45. Sporurile relativ mici de rezistenţă obţinute la raportul a/c de 0,35 şi 0,55 se datoresc în primul caz consistenţei vîrtoase care nu a permis o bună compactizare la revibrare, fiind posibilă perturbarea structurii cu ocazia ultimelor revibrări, iar în al doilea caz, din cauza consistenţei plastic-fluide, betoanele prezintă tendinţă de segregare.

În funcţie de dozajul de ciment este necesar un raport a/c optim care să asigure menţinerea unei bune lucrabilităţi pînă la sfîrşitul ultimei revibrări.

Cunoştinţele noastre în privinţa efectului vibrării asupra proprietăţilor betonului în funcţie de raportul apă-ciment rămîn numai parţial valabile în cazul revibrării, întrucît aplicarea acestui procedeu se extinde pe un interval mai lung de timp, fiind posibile modificări ale raportului apă-ciment prin pierderea apei (hidratare-evaporare).

Pentru studiul deformaţiilor s-a încărcat, la sarcini de durată $\sigma = 0{,}3\ R_b$ probele confecţionate cu raporturile apă-ciment 0,35, 0,45 şi 0,55, considerate mai concludente.

În tabela 5 se prezintă rezultatele măsurătorilor.

Se constată că la betoanele vîrtoase, din cauza slabei lucrabilităţi, la sfîrşitul ultimei revibrări se obţin reduceri relativ mici ale deformaţiilor (10—15 %), iar la betoanele de consistenţă plastică-fluidă, de ordinul a 20—28 %. Reducerile mai importante se sesizează la betoanele de consistenţă vîrtos—plastică (raport a/c = 0,4 — 0,45).

Tabela 4

Ciment RIM kg/m³	Raport a/c	Mod de compactizare	R_b, kgf/cm², la zile	
			7	28
400	0,35	vibrat revibrat	410 572	450 625
400	0,41	vibrat revibrat	380 690	416 720
400	0,45	vibrat revibrat	348 612	402 390
400	0,50	vibrat revibrat	321 548	354 570
400	0,55	vibrat revibrat	292 411	317 442

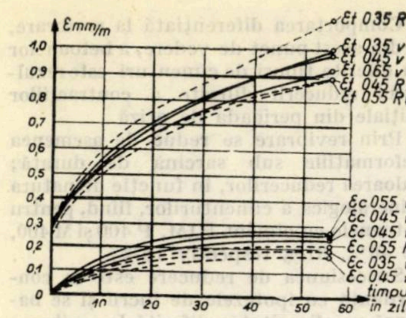


Fig. 6

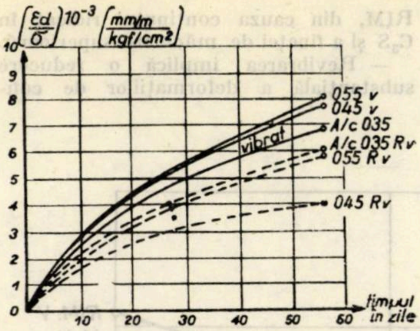


Fig. 7

5. INFUENȚA NATURII MINERALOGICE A CIMENTULUI

Influența acestui parametru a fost urmărită pe betoane de compoziția redată în tabela 6, puse în operă prin vibrare și revibrare, după un singur criteriu, și anume 2 minute la turnare + 1 minut la începutul prizei cimentului. Probele au fost încărcate la vîrsta de 7 zile la un efort σ echivalent cu 0,3 din rezistența cubică la aceeași dată (tabela 4).

Pe parcursul a 60 de zile au fost determinate contracțiile și deformațiile

Tabela 5

Deformațiile probelor vibrate și revibrate de beton în funcție de raportul apă-ciment

Factor a/c	Modul de compactizare	Timpul menținerii sub sarcină (zile)	Efortul de încărcare (σ) kgf/cm²	Deformația elastică ε_e mm/m	Modulul de elasticitate $E \times 10^3$ kgf/cm²	Deformațiile mm/m: de durată ε_d	de contracție ε_c	de curgere lentă ε_{cl}	total ε_t	Măsura curgerii lente $\frac{\varepsilon_{cl}}{\sigma} 10^{-3}$	Măsura deformației de durată $\frac{\varepsilon_d}{\sigma} 10^{-3}$
0,35	vibrat	7	82	0,24	340	0,27	0,10	0,18	0,51	2,16	3,39
		28				0,52	0,19	0,33	0,76	4,00	6,34
		56				0,80	0,23	0,57	1,04	1,80	9,76
	revibrat	7	114	0,275	415	0,28	0,69	0,19	0,55	1,70	2,46
		28				0,56	0,15	0,41	0,83	3,60	4,92
		56				0,87	0,19	0,68	1,14	6,00	7,61
0,45	vibrat	7	69	0,22	320	0,30	0,13	0,17	0,52	2,40	4,35
		28				0,56	0,22	0,34	0,78	4,80	8,12
		56				0,78	0,26	0,52	1,00	7,60	11,30
	revibrat	7	122	0,215	480	0,25	0,08	0,17	0,50	1,42	2,05
		28				0,45	0,13	0,32	0,70	2,65	3,69
		56				0,66	0,17	0,49	0,91	4,05	5,41
0,55	vibrat	7	58	0,185	350	0,29	0,13	0,16	0,47	2,80	5,00
		28				0,55	0,24	0,31	0,73	5,30	9,49
		56				0,75	0,28	0,47	0,93	8,10	12,90
	revibrat	7	82	0,215	380	0,26	0,09	0,17	0,47	2,00	3,20
		28				0,50	0,17	0,33	0,71	3,98	6,10
		56				0,69	0,21	0,48	0,90	5,80	8,29

Tabela 6

Natura cimentului	Modul de compactizare vibrare revibrare	R_b kgf/cm² la zile: 7	28	90	$\Delta R_b = \frac{R_b R_v - R_{bv}}{R_{bv}} 100$: 7	28	90	$\sigma = 0{,}3\ R_b$ zile în kgf/cm²
RIM	V	225	250	275	—	—	—	67,5
	RV	390	475	492	+73,5	+90,0	+78,9	117,0
P400	V	185	243	270	—	—	—	55,5
	RV	250	324	380	+35,1	+33,3	+40,7	75,0
M400	V	130	235	248	—	—	—	39,0
	RV	178	292	311	+36,9	+24,2	+26,4	53,0

sub sarcina de durată (fig. 8, 9). Se constată că:

— Sporurile maxime de rezistenţă s-au obţinut la betoanele cu ciment RIM, iar cele mai scăzute la betoanele cu ciment M 400.

— Contracţiile maxime le au betoanele vibrate confecţionate cu ciment RIM, din cauza conţinutului ridicat în C_3S şi a fineţei de măcinare superioară.

— Revibrarea implică o reducere substanţială a deformaţiilor de contracţie în raport cu vibrarea, reducerile maxime fiind de 43% pentru betoanele cu ciment RIM, iar cele minime de 20% pentru betoanele cu ciment M 400.

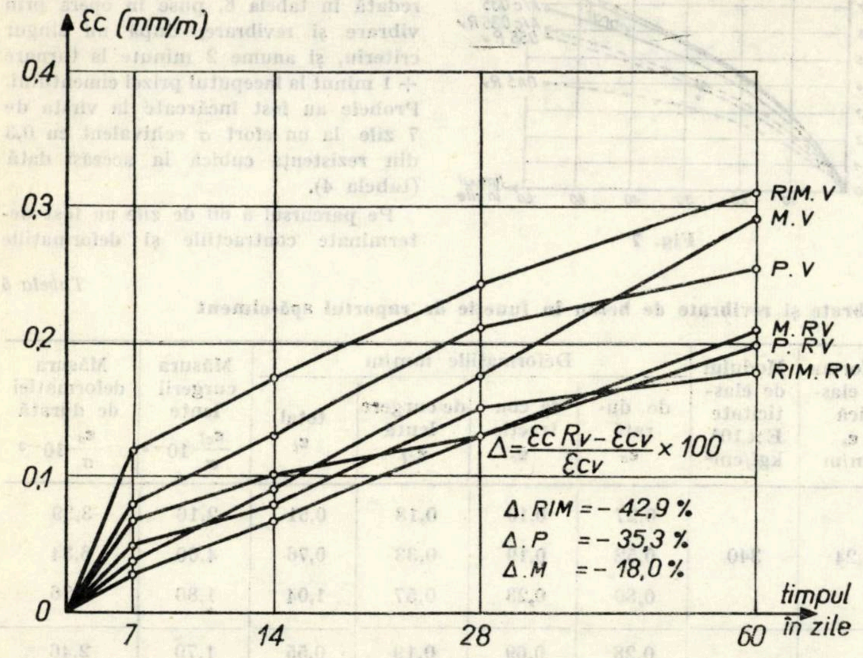


Fig. 8

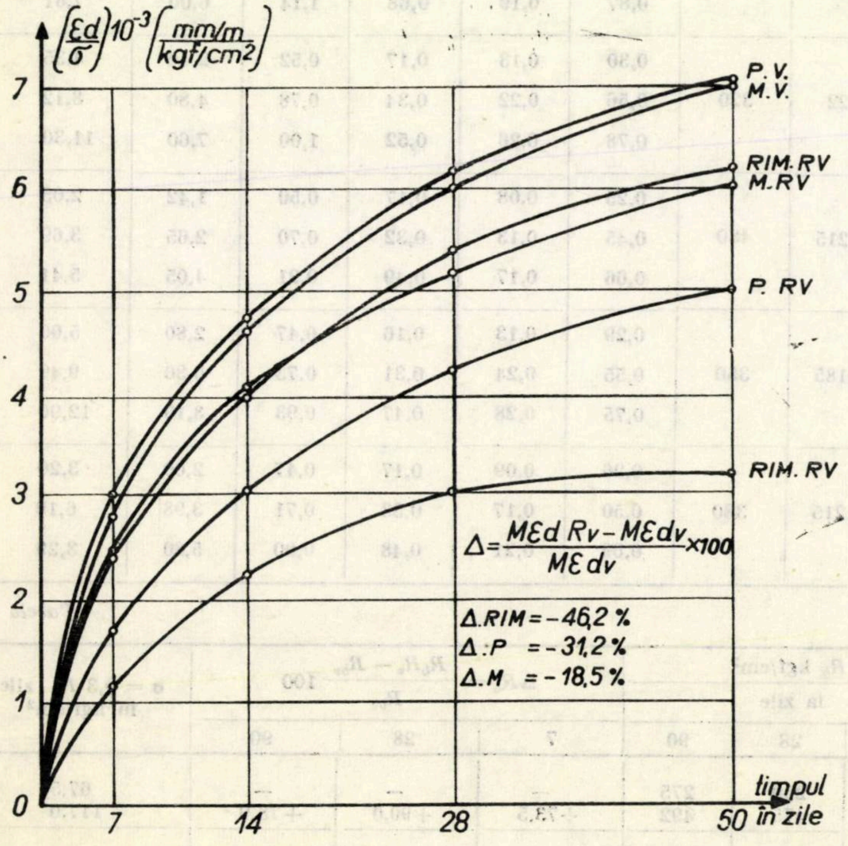


Fig. 9

Comportarea diferenţiată la revibrare, şi din acest punct de vedere, a betoanelor cu diferite tipuri de cimenturi este rezultatul reducerii diferite a contracţiilor iniţiale din perioada de priză.

Prin revibrare se reduc de asemenea deformaţiile sub sarcină de durată; valoarea reducerilor, în funcţie de natura mineralogică a cimenturilor, fiind, pentru betoanele cu ciment RIM, P 400 şi M 400, de 46%, 31% respectiv 18%.

Succesiunea de reducere este în concordanţă cu ipotezele de lucru şi se bazează pe eficacitatea diferită la revibrare a cimenturilor în corelaţie cu valorile contracţiilor iniţiale şi ale tensiunilor interne [3].

6. CONCLUZII

- Revibrarea determină reducerea deformaţiilor de contracţie şi de curgere lentă, valorile efective fiind în funcţie de natura mineralogică a cimenturilor, de raportul apă-ciment şi de criteriile de revibrare.
- Cimenturile cu grad ridicat de sensibilitate la revibrare se caracterizează prin reduceri mai însemnate ale deformaţiilor de contracţie şi de curgere lentă prin revibrare; succesiunea în ordine descrescătoare a sensibilităţii este de la cimenturile alitice la Portland normale, respectiv la Portland cu adaosuri.
- Reducerile maxime ale deformaţiilor de contracţie şi de curgere lentă pot atinge valori de 40—50% în cazul alegerii raportului apă-ciment convenabil şi a cimentului sensibil la revibrare (RIM).
- Revibrarea constituie, şi din punctu de vedere al reducerii deformaţiilor, un mijloc eficace de punere în operă a betonului, care poate fi considerat superior actualelor procedee.
- Revibrarea s-a aplicat cu bune rezultate la executarea de elemente prefabricate şi la executarea de îmbrăcăminţi rutiere [4] unde reducerea deformaţiilor de contracţie, concomitent cu mărirea rezistenţelor mecanice, constituie factori esenţiali ai durabilităţii şi funcţionalităţii construcţiilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] VOINA N. I.: *Procedeu pentru reducerea deformaţiilor de contracţie şi elastico-viscos-plastice la betoane.* Bul. ştiinţific şi tehnic al Institutului politehnic Timişoara — Seria IX, Tom. VIII, Fasc. 2 1963.

[2] AVRAM C., VOINA N. I., MÎRŞU O.: *L'influence de la revibration sur les propriètès de la pâte de ciment durcie et des bètons.* Revue des Materiaux de construction et des travaux publics. Avril 1967. Nr. 610. Republicat de Instituto mexicano del cimento y del concreto (IMCYC) vol. 5. Nr. 27. 1967 — Mexico.

[3] VOINA N. I.: *Teză de doctorat*, Institutul politehnic Bucureşti, 1964.

[4] AVRAM C. şi colaboratori: *Folosirea tehnologiei revibrării la executarea de îmbrăcăminţi rutiere din beton de ciment.* Revista transporturilor, Nr. 11, 1969.

Betonul uşor de rezistenţă

Preparare, proprietăţi, domeniu de aplicare

Dr. ing. **ION IONESCU**

Betonul uşor de rezistenţă, preparat cu agregate uşoare artificiale, este folosit în ultimii ani pentru realizarea diferitelor tipuri de elemente de construcţii prefabricate şi structuri de clădiri cu dimensiuni din cele mai îndrăzneţe. Dintre acestea menţionăm :

- panouri prefabricate pentru construcţii de locuinţe şi social-culturale din beton uşor armat cu 4—20 etaje în U.R.S.S. (fig. 1), Anglia (fig.2), Austria, R.F.G., S.U.A., Australia etc. ;
- grinzi şi ferme de diferite tipuri din beton uşor precomprimat cu deschideri de 12—56 m (fig. 3) ;
- clădiri civile cu schelet din beton greu, avînd planşeele şi pereţii din beton uşor (fig.4) ;
- clădiri civile cu pînă la 50 de etaje, cu structurile de rezistenţă realizate integral sau parţial din beton uşor de rezistenţă. Dintre acestea menţionăm clădirea pentru locuinţe (cu 50 de etaje şi 145 m înălţime) realizată integral din beton uşor armat cu R_c 28 = = 420 kgf/cm² (exceptînd fundaţiile, care au fost realizate din beton greu) la Sydney (Australia) şi clădirea din piaţa Australia, tot la Sydney, cu 50 de etaje şi 184 m înălţime, realizată de asemenea din beton uşor cu R_c 28 = 420 kgf/cm² (exceptînd fundaţiile şi structura de rezistenţă pentru primele 7 etaje) (fig. 5) ;
- diverse construcţii speciale din beton uşor armat sau precomprimat, ca de exemplu : stadioane, hangare de avioane, săli de reuniuni sau de expoziţii cu deschideri de pînă la 125 m şi acoperişuri cupolă (fig. 6) ; poduri (fig. 7) etc.

Astfel, betonul uşor de rezistenţă preparat cu agregate artificiale, prin avantajele tehnico-economice pe care le oferă, înlocuieşte în multe cazuri betonul greu de rezistenţă. Trebuie observat, însă, că pentru obţinerea rezultatelor scontate este necesară cunoaşterea amănunţită a proprietăţilor betonului uşor de rezistenţă şi a diferenţierilor ce există între acestea şi proprietăţile betonului greu de rezistenţă, pentru adoptarea măsurilor necesare în calculele de rezistenţă şi dimensionare şi stabilirea tehnologiei de preparare a betonului şi realizare a elementelor prefabricate sau a diferitelor tipuri de structuri de rezistenţă etc.

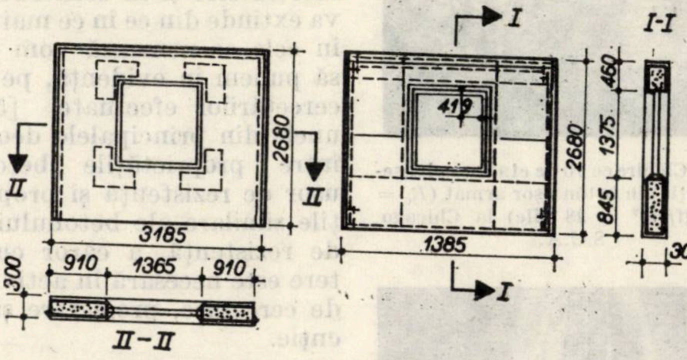


Fig. 1 — Panouri prefabricate din beton uşor armat într-un singur strat pentru pereţii exteriori realizate curent în U.R.S.S.

Aceasta deoarece betonul uşor de rezistenţă nu se deosebeşte

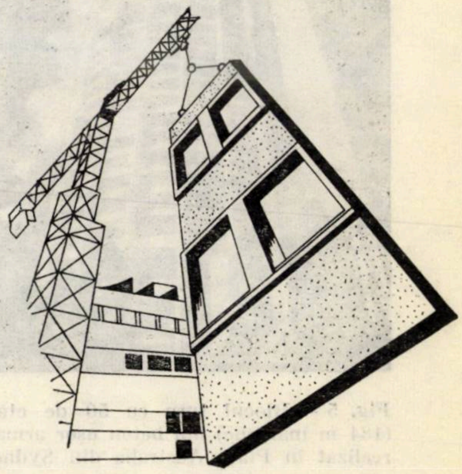


Fig. 2 — Panouri prefabricate din beton uşor armat într-un singur strat realizat curent în Anglia (h = 7,6 m ; l = 2,4 m ; d = 25 cm)

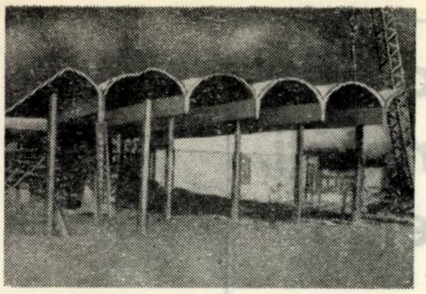


Fig. 3 — Grinzi T din beton uşor precomprimat cu arc dublu superior curb (R_c = 300 kgf/cm², l = 18...36 m) la montaj

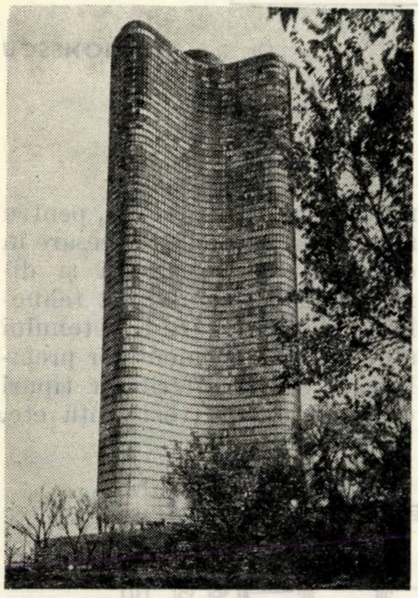


Fig. 4 — Clădire cu 70 de etaje cu planşeele şi pereţii din beton uşor armat (R_c = = 281 kgf/cm² la 28 zile) la Chicago S.U.A.

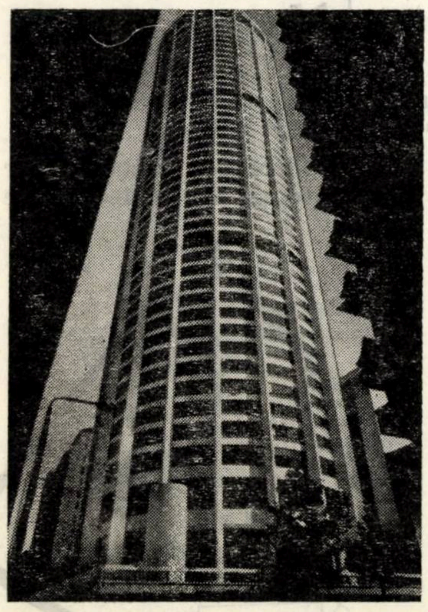


Fig. 5 — Blocul turn cu 50 de etaje (184 m înălţime) din beton uşor armat realizat în Piaţa Australia din Sydney

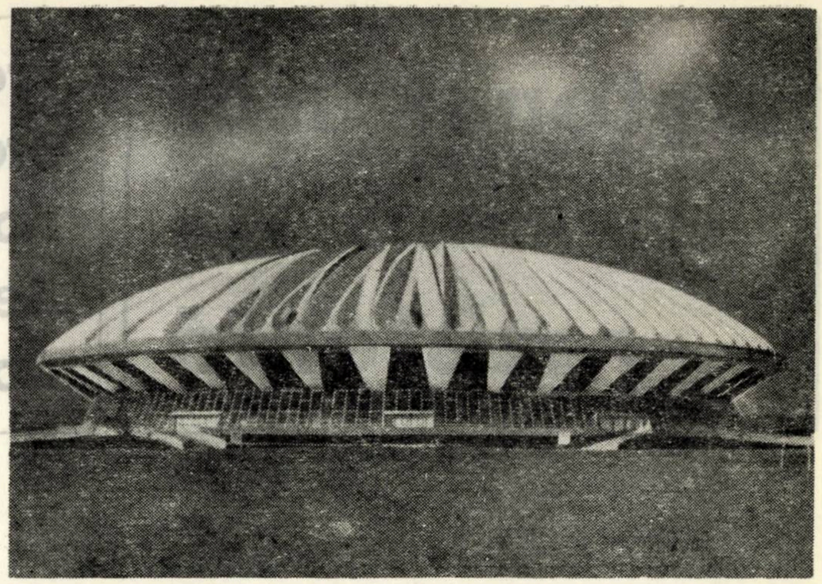


Fig. 6 — Sala de reuniuni a Universităţii din Urbana (S.U.A.). Acoperiş-cupolă cu diametrul de 125 m din beton uşor armat (R_c = 330 kgf/cm² la 28 zile)

de betonul greu de rezistenţă numai prin densitate.

Avînd în vedere cele de mai sus şi faptul că prin asigurarea producţiei de agregate uşoare artificiale pe bază de argilă expandată — *granulit* —, în România, folosirea betonului uşor de rezistenţă în industria prefabricatelor şi în construcţii se va extinde din ce în ce mai mult, în cele ce urmează vom căuta să punem în evidenţă, pe baza cercetărilor efectuate [5,6,7], unele din principalele deosebiri între proprietăţile betonului uşor de rezistenţă şi proprietăţile similare ale betonului greu de rezistenţă, a căror cunoaştere este necesară în activitatea de cercetare, proiectare şi execuţie.

1. MATERIALELE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR UŞOARE ŞI INFLUENŢA LOR ASUPRA PROPRIETĂŢILOR DE BAZĂ ALE BETOANELOR UŞOARE

a) Agregatele

La prepararea betoanelor uşoare, în diferite ţări se utilizează ca agregate diverse materiale granulare de natură minerală sau organică, obţinute, prin diverse procedee tehnologice, din deşeuri industriale sau materiale naturale precum : zgura de furnal înalt, cenuşile volante, sterilul de la minele de cărbuni, argilele, şisturile argiloase, diverse alte roci, precum şi unele produse ale industriei chimice de sinteză cum sînt, de exem-

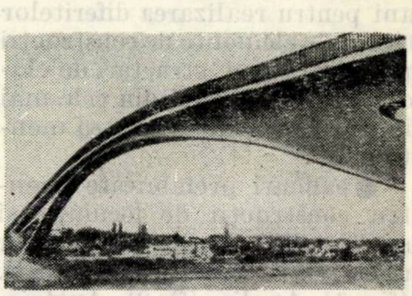


Fig. 7 — Podul Dyckerkoff la intrarea în portul Wiesbaden — Schierstein (R.F.G.) avînd deschiderea de 154 m realizat din beton uşor precomprimat (R_c = 395 kgf/cm² la 28 zile)

plu, granulele expandate de poliesteri etc. Astfel, sub denumirea generală de *agregate pentru betoane uşoare* sînt desemnate numeroase grupe de materiale cu proprietăţi specifice sensibil diferite, care au o influenţă considerabilă asupra proprietăţilor betoanelor la prepararea cărora sînt utilizate (fig. 8. *a* şi *b*).

Dintre acestea, agregatele uşoare artificiale obţinute prin expandarea argilelor, a şisturilor argiloase şi prelucrarea sterilului de la minele de cărbune sînt cunoscute şi utilizate pe scară largă în ţările europene, Statele Unite, Australia etc., sub diverse denumiri comerciale precum : *Keramzit* şi *Agloponit* în URSS ; *Leca*, *Aglite*, *Hollit*, *Norlit*, *Bervilit* etc. în Anglia,

Austria, R.F.G., Danemarca și țările nordice; *Granulit* în România etc.

Caracteristica generală comună pentru agregatele ușoare artificiale obținute prin expandarea argilelor, șisturilor argiloase și prelucrarea sterilului de la minele de cărbune este o structură mai mult sau mai puțin poroasă, fapt ce duce la variații sensibile în proprietățile acestora, ca de ex.: absorbția de apă, densitatea și rezistențele mecanice (tabela 1 și figurile 8 *a*, *b* și 9), influențînd corespunzător și proprietățile betonului preparat cu astfel de agregate și, în primul rînd, densitatea betonului ușor și capacitatea acestuia de izolare termică (fig. 8 *a* și *b*). Astfel, la betonul ușor de rezistență densitatea este cu 20—40% mai redusă decît la betoanele grele de aceeași marcă, iar capacitatea de izolare termică este de 1,5—2,5 ori mai mare decît la betonul greu.

Datele din tabela 1 și figurile 8 *a*, *b* și 9 pun în evidență diferențe foarte mari între proprietățile agregatelor naturale grele folosite la prepararea betonului greu și agregatele ușoare artificiale obținute prin expandarea argilelor, diferențe ce se reflectă în proprietățile de bază ale betoanelor. Astfel, în comparație cu agregatele naturale grele, densitatea agregatelor ușoare este de 1,5—5 ori mai mică, iar rezistența agregatelor ușoare la compresiune este de 12—42 ori mai mică. Rezistența agregatelor ușoare crește, în general, cu densitatea și scăderea diametrului granulelor. Absorbția de apă este, la agregatele ușoare, de 12—25 ori mai mare datorită porozității acestora. Suprafața granulelor este, în general, mai rugoasă decît la agregatele naturale, iar forma lor, în general rotunjită, este mai mult sau mai puțin apropiată de cea optimă. Astfel, diferențele menționate în ce privește proprietățile agregatelor ușoare artificiale implică diferențe în tehnologia de preparare și de punere în operă a betonului ușor, precum și în proprietățile betonului ușor întărit, în principal prin următoarele:

Tabela 1

Agregatul și țara producătoare	Sortul mm	Densitatea kg/m³	Rezistența la compresiune kg/cm²	Absorbția de apă %	Obs.
1	2	3	4	5	6
Leca—A (Austria) (pentru betoane de izolație și betoane de rezistență pînă la B 50)	0—3	740*	31,0	48,1	*) în stare afînată
	3—10	430*	16,3	25,7	idem
	10—20	360*	7,9	26,5	idem
Leca — B (Austria) (pentru betoane de rezistență)	0—3	920*	51,8	16,6	idem
	3—10	690*	36,6	15,1	idem
	10—20	630*	28,5	14,6	idem
Keramzit (U.R.S.S.)	5—10	330—850*	18 —100	—	*) în stare afînată
	10—20	225 —715*	—	8—31	idem
Agloponit (U.R.S.S.)	5—10	540 —750*	7—55	—	idem
	10—20	456—650*	5—15	15—34	idem
Granulit (R. S. România)	0—3	860—1050*	—	14—23	idem
	3—7	780—920*	41,0—62,0	13—21	idem
	7—15	700—870*	37,5—58,7	13—18	idem
	15—30	660—840*	28,4—42,0	12—16	idem
Nisip de granulit (R. S. România)	0—3	800—960*	—	16—21	idem
	3—7	700—760*		14—20	idem
Agregate naturale grele silicioase obținute prin extracție din rîuri (valori medii)	0—3	1450—1600*	—	—	idem
	3—7	1500—1600*	—	—	idem
	7—15	1520—1650*	250 —700	0,3—4,8	idem
	15—30	1550—1700	—	0,4—4,2	idem

— Necesitatea umezirii prealabile a agregatelor ușoare astfel ca umiditatea acestora la prepararea betonului să reprezinte 75—85% din absorbția de apă pe care aceleași agregate o au după 30 minute de la imersarea în apă. Pentru agregatele ușoare produse în România, umiditatea procentuală necesară la preparare variază (în funcție de caracteristicile agregatului ușor și de raportul între masa sorturilor din amestecul de agregat ușor) în jur de 10—15% din masa amestecului de agregate. În cazul cînd agregatul ușor nu este umezit în prealabil sau cînd este insuficient umezit, acesta absoarbe diferența de umiditate necesară din apa de preparare a betonului, modificînd considerabil lucrabilitatea betonului proaspăt în timpul necesar preparării, transportului, turnării și compactării, cu toate consecințele ce decurg din aceasta.

Soluția umezirii agregatului în betonieră, prin efectuarea amestecului în două etape (prima etapă — agregatul cu cantitatea de apă necesară umezirii lui, și, în cea de-a doua, agregatul + cimentul + apa necesară), nu se recomandă deoarece duce la scăderea sensibilă a productivității utilajelor și datorită faptului că atunci cînd umezirea în betonieră nu este suficientă, se obține beton cu lucrabilitate variabilă în timp, cu toate consecințele menționate mai sus.

— Forma granulelor agregatului ușor, mai mult sau mai puțin diferențiată de cea optimă, și rugozitatea mărită a suprafeței acestora, influențează de asemenea indicii de lucrabilitate ai amestecurilor de betoane ușoare, ducînd la necesitatea unui raport *a/c* ceva mai mare și la necesitatea folosirii unui

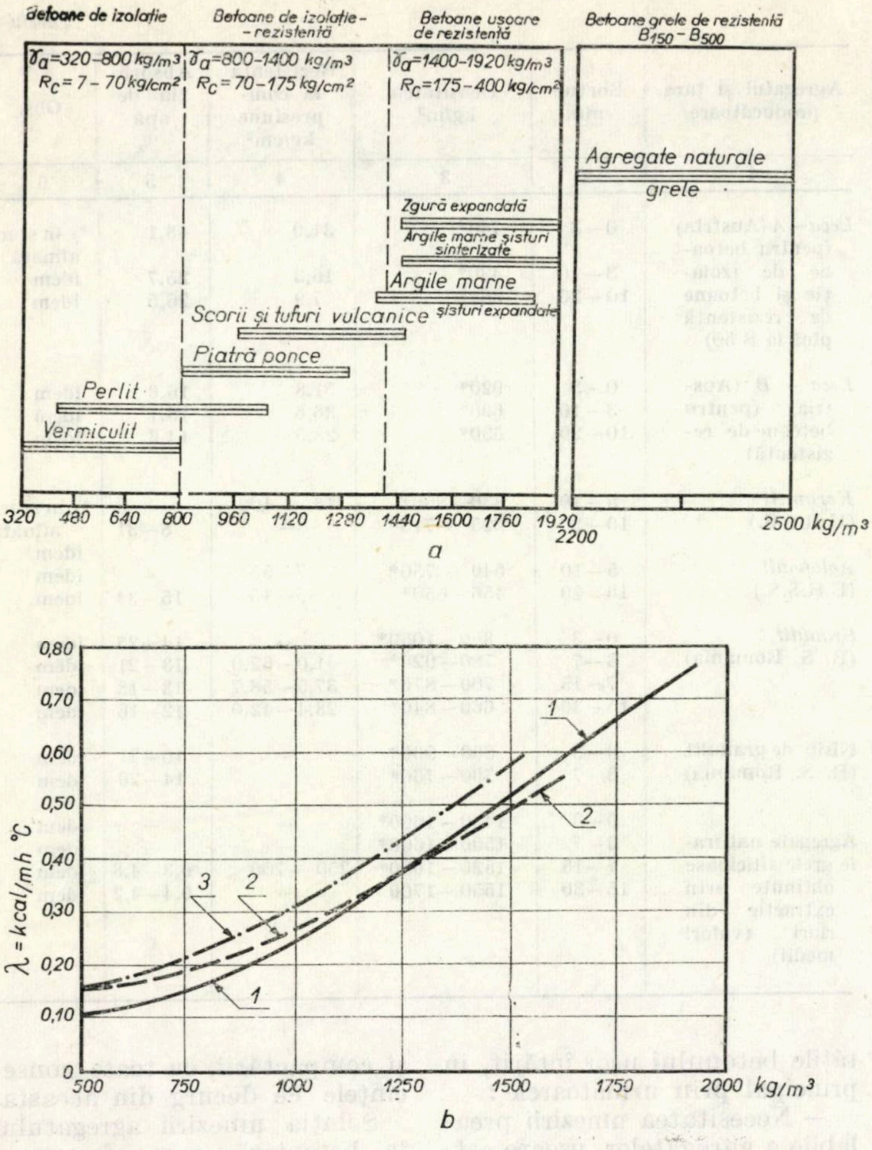


Fig. 8 — *a* : Variația proprietăților betoanelor ușoare și grele după întărirea timp de 28 zile în funcție de densitatea aparentă a agregatelor folosite la preparare

b : Influența densității betonului ușor asupra coeficientului de conductivitate termică

1 — determinări Secția B.M. [5] [7]
2 — determinări U.R.S.S. [4]
3 — determinări Franța [11]

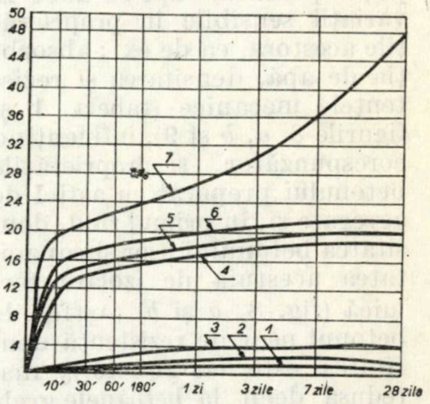


Fig. 9 — Absorbția de apă în timp pentru cîteva agregate ușoare și grele utilizate la prepararea betoanelor

1, 2, 3 — agregate silicioase de la diverse balastiere
4 — granulit sort 7 — 15
5 — granulit sort 3 — 7 mm
6 — granulit sort 1 — 3 mm
7 — agregat *Leca* sort 3 — 10 mm [11]

adaos de nisip de rîu 0—3 mm de 10—30 % din masa agregatului ușor. Adaosul de nisip de rîu mai este necesar și pentru completarea fracțiunii fine, care este uneori deficitară în agregatele ușoare artificiale, însă trebuie observat că densitatea betonului ușor crește, în general, cu procentul de nisip de rîu folosit ca adaos ; de aceea se recomandă utilizarea procentului strict necesar (fig 10 *a*, *b*).

— Rezistența mecanică relativ redusă a granulelor agregatelor ușoare necesită alegerea atentă a utilajelor și timpilor de amestec în malaxoare, pentru a se evita măcinarea (sfărîmarea) granulelor agregatului în timpul preparării betonului, cu toate consecințele ce decurg din aceasta.

— Diferențele de densitate între sorturile de agregate ușoare cu granulație fină și cele cu granulație mare, ca și între agregatele ușoare și nisipul natural 0—3 mm, folosit ca adaos, și pasta de ciment, implică de asemenea conducerea atentă a procesului de preparare, transport, turnare și compactare a betonului ușor pentru evitarea segregării componentelor amestecului.

— Rezistențele mecanice, relativ reduse, în cazul agregatelor ușoare, implică, la mărci de beton egale, majorarea dozajului de ciment cu 5—20 % față de betoanele cu agregate grele (cu observația că sporul de dozaj de ciment este necesar și datorită creșterii raportului *a/c* din cauza lucrabilității mai scăzute pe care o are betonul ușor). Sporul de dozaj crește, în general, cu creșterea diametrului granulelor agregatelor, adică cu creșterea ponderii materialului cu rezistențe mecanice slabe în betonul ușor (fig. 10 *c*, *d* și *e*).

— Absorbția mărită de apă a agregatelor ușoare modifică în anumite limite curba de întărire în timp a betonului, accelerînd creșterea rezistențelor inițiale (fig. 10 *f* și *g*), fapt ce permite o decofrare mai rapidă a betoanelor ușoare în comparație cu betoanele grele. Betoanele ușoare ating, la 3 zile, cca 55—80 % din rezistența la 28 zile față de cca 30—60 % la betoanele grele.

b) *Cimentul și apa de preparare*

Pentru cimenturile și apa folosite la prepararea betoanelor ușoare de rezistență se impun, în general, aceleași condiții ca și în cazul betoanelor grele de

mărci similare. Trebuie observat însă, că influenţa proprietăţilor cimentului, în cazul betoanelor uşoare, este mai mare decît la betoanele grele, datorită rezistenţelor mecanice relativ reduse ale agregatelor uşoare. Astfel, rezistenţa betonului uşor depinde, în principal, de rezistenţa mortarului de ciment din beton (ale cărui proprietăţi sînt influenţate sensibil de proprietăţile cimentului, de raportul apă/ciment, de procentul de nisip de rîu 0—3 mm adăugat la preparare, de eventualele adaosuri de aditivi, de modul de preparare şi compactare etc.) şi de conţinutul în granule de agregat uşor mare care are rezistenţe mecanice mai scăzute (fig. 10 *a* — *g* şi 11 *a*, *b*).

Betoanele uşoare de rezistenţă cu granulit se comportă bine la tratamentul termic (fig. 12), fapt ce permite utilizarea lor pe scară largă în industria prefabricatelor. Pe baza cercetărilor efectuate pînă în prezent cu granulitul produs în ţară din materii prime din diverse zăcăminte rezultă că betoanele uşoare de rezistenţă de mărci B 150 — B 500 pot fi obţinute la dozaje de ciment avantajoase sub aspect tehnico-economic, după cum rezultă din tabelele 2 şi 3.

2. ALTE PROPRIETĂŢI ALE BETOANELOR UŞOARE DE REZISTENŢĂ

a) Modulul de elasticitate

Betoanele uşoare de rezistenţă se caracterizează prin valori ale modulului de elasticitate ce reprezintă 40—70% din valorile modulilor de elasticitate pentru betoanele grele de aceeaşi marcă (fig. 13 *a* şi *b* [5,7]). Valorile modulului de elasticitate pentru betoanele uşoare sînt influenţate, în principal, de calitatea agregatului, dozajul de ciment, adaosul de nisip de rîu, raportul *a*/*c*, eventualele adaosuri de aditivi etc. [4; 5; 6; 7]. Pentru calculul modulului de elasticitate al betoanelor uşoare, în literatura de specialitate se recomandă diferite formule, care servesc la evaluarea acestuia pentru nevoile de proiectare, din care menţionăm:

1. Formula lui Ţiskreli

$$E_{bu} = 6\cdot\gamma\sqrt{R_c 28}$$

2. Formula lui Pauw

$$E_{bu} = K\sqrt{\gamma^3 R_c 28}$$

Tabela 2

Mărcile de betoane ce pot fi obţinute cu granulitul produs în ţară

Materia primă de fabricare a granulitului	Limitele de granulaţie mm	Mărcile de betoane ce pot fi obţinute
Mureşeni	0—15	B150 — B 500
Mureşeni	0—30	B150 — B 400
Sătuc — Buzău	0—15	B150 — B 400
Sătuc — Buzău	0—30	B150 — B 300
Vlădiceni — Iaşi	0—15	B150 — B 500
Vlădiceni — Iaşi	0—30	B150 — B 400
Hodoş — Lugoj	0—15	B150 — B 600
Hodoş — Lugoj	0—30	B150 — B 500
Nisip granulit Buftea	0— 7	B150 — B 400

3. Formula lui Wesche

$$E_{bu} = 0{,}004\,\gamma^2\sqrt{R_c 28}$$

Pentru K normele naţionale şi recomandările internaţionale stabilesc valori diferite, astfel:

— normele germane $K = 4000$

— normele americane $K = 4\,270$

— comitetul european de beton $K = 5\,650$.

În tabela 4 s-au redat comparativ modulii de elasticitate determinaţi la trepte de încărcare de 0,3 din sarcina de ru-

Tabela 3

Marca betonului	Minim obligatoriu	Dozajul de ciment kg/m³ beton uşor — Maxim pentru ciment de marcă 300 [x] — agregat mm 0—7	300 [x] 0—15	300 [x] 0—30	400 [y] — agregat mm 0—7	400 [y] 0—15	400 [y] 0—30	500 [z] — agregat mm 0—7	500 [z] 0—15	500 [z] 0—30	Dozaje recomandate pentru betonul greu kg/m³ ciment marcă 400—agregat mm 0—15	0—30
B 150 — Lucrări protejate de intemperii	240	300	300	300	270	270	270					220—260
B 200 — Lucrări protejate de intemperii	250	350	330	330	320	300	300					220—300
B 200 — Lucrări expuse la intemperii	300	380	360	360	350	330	330					250—300
B 250	300				400	350	350					250—330
B 250 — Lucrări expuse la intemperii în condiţii severe	350				420	380	380					280—350
B 300	350				450	400	400				300—400	300—350
B 300 — Lucrări expuse unor medii agresive	400				475	450	450				350—450	350—400
B 400	400				525	500	500	475	450	450	350—500	350—450
B 500	450				600	600	—	550	550	—	350—580	350—500

x) Cimenturile F 350 se consideră de marcă 300
y) Cimenturile RIM 200 se consideră de marcă 400
z) Cimenturile RIM 300 se consideră de marcă 500.

Pentru betoanele de mărcile B 200 — B 500 se recomandă folosirea unui adaos de nisip de rîu 0—3 mm în procent de 10—20% din masa agregatului uşor, compoziţiile granulometrice pentru amestecul de agregate încadrîndu-se în limitele prevăzute de STAS 1667—62. Umiditatea agregatului uşor trebuie să fie de 10—12% la preparare. În dozajele maxime admise se nclud şi pierderile normale de cca 5% în timpul transportului şi folosirii cimentului.

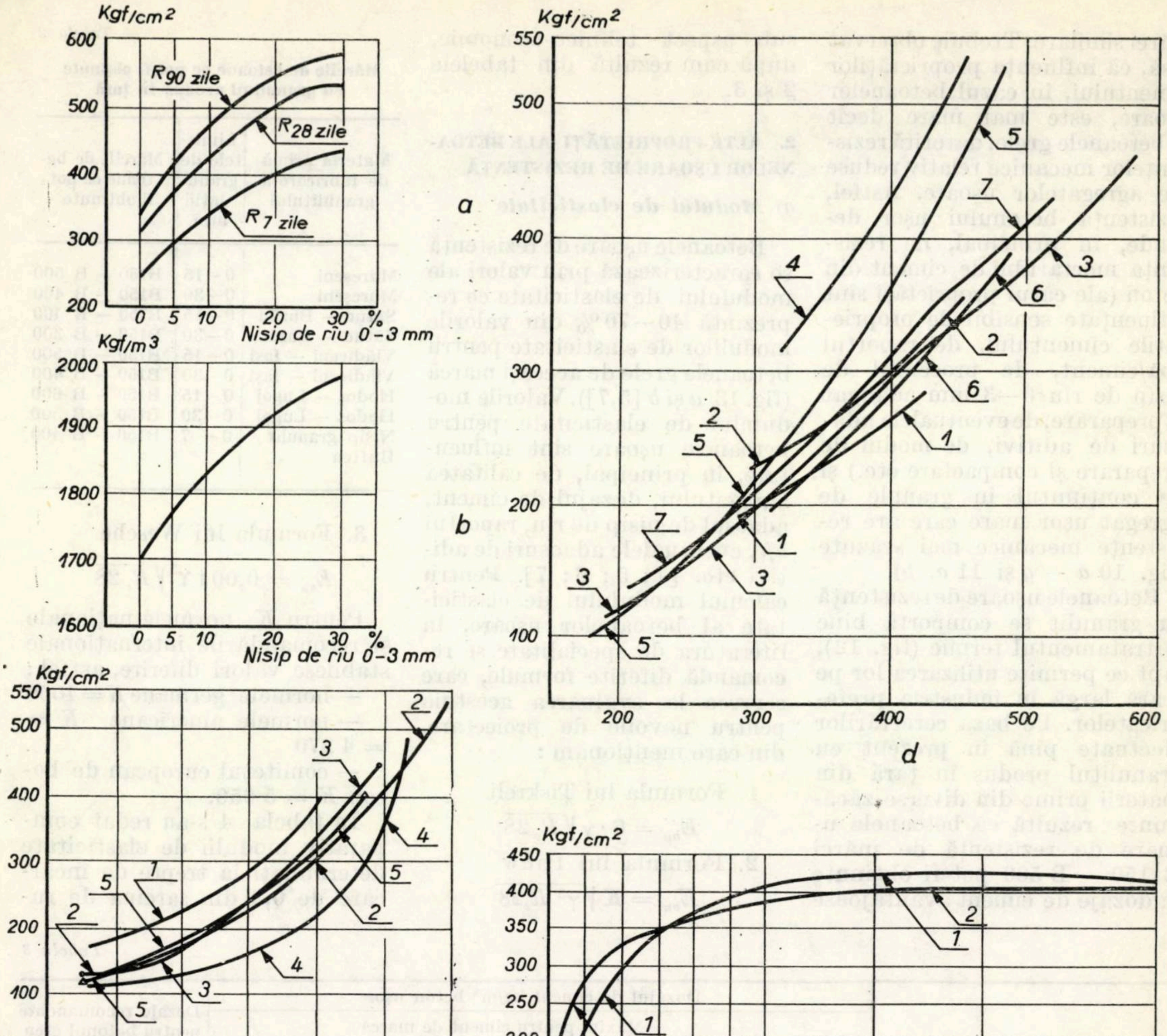

Kgf/cm²
R90 zile
R28 zile
R7 zile
Nisip de riu 0–3 mm
%
Kgf/m³
a
b
c
d
e
f
g
Kg/m³
Dozajul ciment RIM250
zile

Fig. 10

Fig. 10 — *a* : Variația rezistențelor betonului ușor cu granulit 0—15 mm la diferite vîrste de încercare. Dozajele de ciment RIM 250 Bicaz cuprinse între 402—421 kg/m³ beton ; *a/c* total =0,70 în funcție de procentul de nisip de rîu folosit ca adaos

b : Variația aproximativă a densității betoanelor ușoare din fig. 11 *a* în funcție de procentul de nisip de rîu folosit ca adaos

c : Variația rezistenței la compresiune la 28 zile în funcție de densitatea aparentă a betoanelor ușoare

1 — beton ușor cu nisip de granulit
2 — beton ușor cu granulit Mureșeni
3 — beton ușor cu granulit Vlădiceni
4 — beton ușor cu granulit Hodoș-Lugoj
5 — beton ușor cu granulit Sătuc-Buzău

d : Variația rezistenței la compresiune la 28 zile întărire în regim standard pentru unele betoane ușoare în funcție de dozajul de ciment

1 — nisip de granulit și ciment marca 400
2 — nisip de granulit + 10···20% nisip și ciment marca 400
3 — granulit Mureșeni 0—30 mm diverse compoziții și ciment marcă 400
4 — granulit Mureșeni 0—15 mm + 20···30% nisip și ciment marca 500
5 — granulit Hodoș 0—30 mm +10 ··· 20% nisip și ciment marca 400
6 — granulit Vlădiceni 0—30 mm +20% nisip și ciment marca 400
7 — granulit Sătuc 0—30 mm + 10···20% nisip și ciment marca 400

(*Obs.* Adaosul de 20% nisip s-a folosit pentru betoanele cu R_c > 300 kgf/cm²)

e : Influența variației dozajului de ciment și a dimensiunilor limită ale agregatului asupra rezistenței la compresiune a betonului ușor la 28 zile păstrat în regim standard

1 — beton greu cu agregat de balastieră (rîul Argeș) 0—30 mm
2 — Idem 0—15 mm
3 — Idem 0—7 mm
4 — beton ușor cu granulit 0—30 mm + 15% nisip de rîu 0—3 mm
5 — beton ușor cu granulit 0—15 mm + 15% nisip de rîu 0—3 mm
6 — beton ușor cu nisip de granulit 0—7 mm + 15% nisip de rîu 0—3 mm
7 — beton ușor cu nisip de granulit 0—7 mm fără adaos de nisip

f : Variația rezistențelor la compresiune în timp pentru betonul greu și ușor la dozaje de ciment și lucrabilitate aproximativ egale

1 — beton greu de 365 kg ciment RIM 200 Fieni/m³ agregat de balastieră 0— 30 mm ; *a/c* = = 0,50
2 — beton ușor de granulit 0 - 30 mm + 15% nisip de rîu 0—3 mm cu 383 kg ciment RIM 200 Fieni/m³ ; *a/c* total = 0,70 (inclusiv apa necesară saturării agregatului ușor la 30 min).

g : Variația rezistenței la întindere din încovoiere pentru betoanele grele și ușoare din fig. 11 *f*

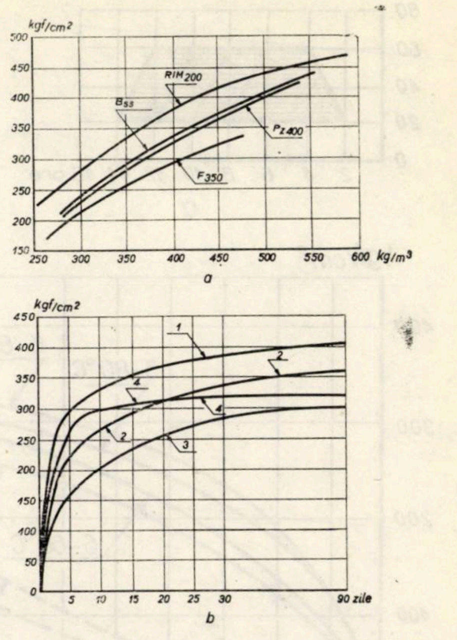


Fig. 11 — *a* : Influența tipului cimentului asupra rezistențelor la compresiune ale betonului ușor cu granulit 0—30 mm și 20% adaos de nisip de rîu la 28 zile

b : Influența tipului de ciment asupra creșterii rezistențelor în timp a betonului ușor de granulit 0—30 mm și 20% adaos nisip de rîu 0—3 mm (raport *a/c* total = = 0,71)

1 — RIMz 200 — 379 kg/m³
2 — Pz 400 — 382 kg/m³
3 — F 350 — 356 kg/m³
4 — RIM 200 — 345 kg/m³ ▶

Tabela 4

Valorile modulului de elasticitate pentru unele betoane ușoare de rezistență determinat și obținut cu diverse formule

R_c 28 kgf/cm²	Densitate la 28 zile	Valorile lui E_{bu}			
		Determinat	Țiskreli	Normele germane	Normele americane
260	1 600	136 000	154 000	138 000	139 000
360	1 740	184 000	190 000	170 000	179 000
443	1 840	200 000	224 000	208 000	222 000
516	1 950	236 000	269 000	220 000	235 600

pere, pentru unele din betoanele încercate [7]. Analiza rezultatelor redate în tabela 4 arată o concordanță suficient de bună între rezultatele obținute la încercările efectuate și cele obținute prin calcul cu formulele folosite. Acestea din urmă se încadrează, în general, în limitele de ± 10%, adică în limitele de toleranță în general admise. Astfel, pentru nevoi de proiectare, modulul de elasticitate poate fi calculat cu formula lui Pauw, luînd K = 4 000 în cazul betoanelor ușoare de rezistență tratate termic (pentru care se obțin valori ceva mai reduse), și cu formula lui Țiskreli pentru betoanele întărite în regim standard (pentru care se obțin valori ceva mai mari).

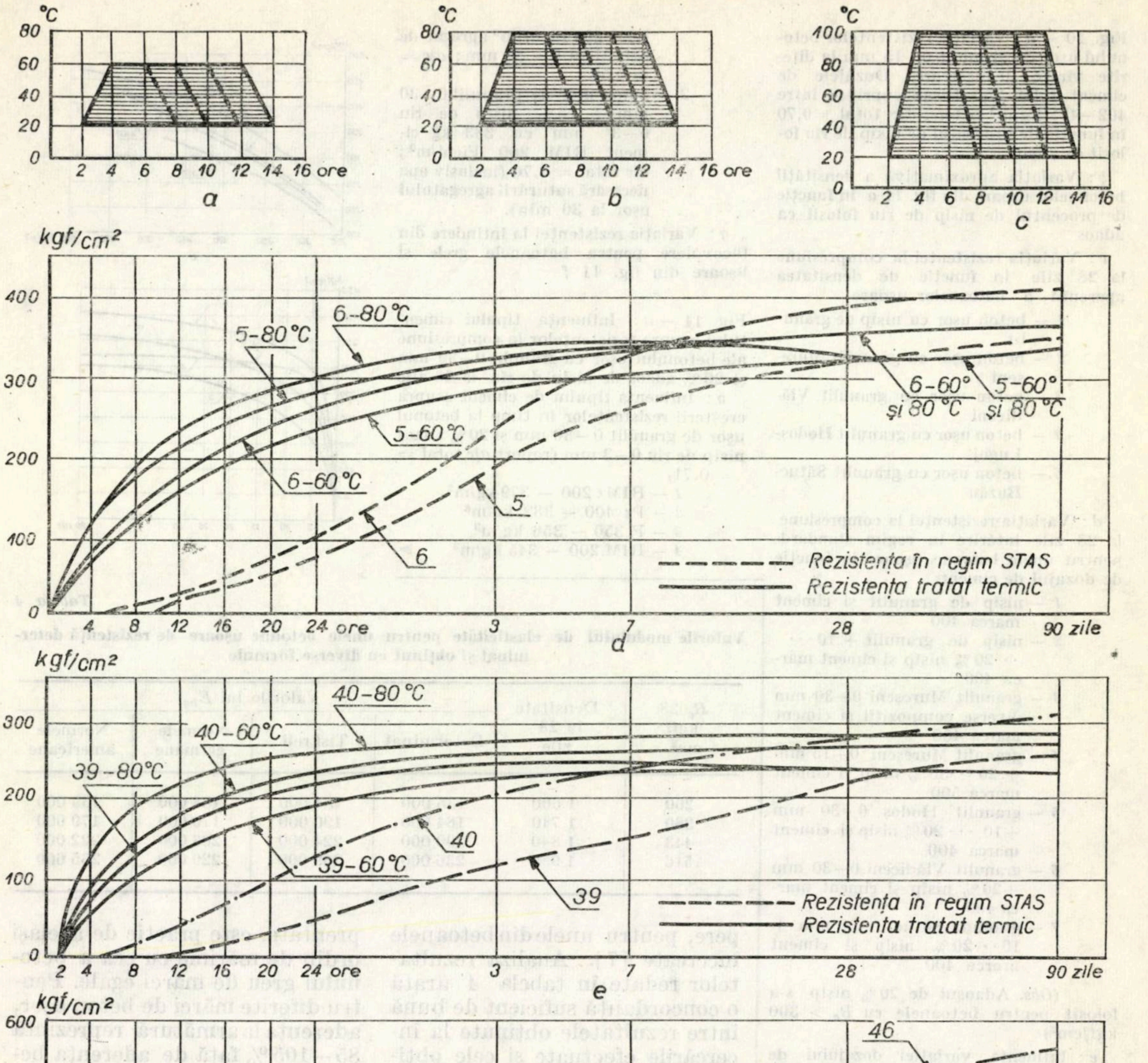
*b) **Aderența la armătură***

Aderența betonului ușor de rezistență la barele de oțel netede, cu profil periodic sau amprentate, este practic de același ordin de mărime cu cea a betonului greu de mărci egale. Pentru diferite mărci de beton ușor, aderența la armătură reprezintă 85—105% față de aderența betonului greu, procentul crescînd, în general, cu creșterea mărcii betonului ușor.

Rezistențele la strivire și forfecare sînt însă mai reduse cu 10—25% față de cele ale betonului greu, ceea ce impune unele măsuri suplimentare la proiectarea și dimensionarea elementelor de construcții din beton ușor.

*c) **Protecția armăturii împotriva coroziunii și grosimea stratului de acoperire a armăturii cu beton ușor de rezistență***

Cercetările efectuate timp de cca 3 ani pe epruvete armate (fig. 14) și păstrate în diferite condiții de laborator sau în aer liber, cît și asupra unor elemente



°C
80
60
40
20
0
2 4 6 8 10 12 14 16 ore
a
b
c
100
kgf/cm²
400
300
200
100
4 8 12 16 20 24 ore
3
7
28
90 zile
d
6-80 °C
5-80 °C
5-60 °C
6-60 °C
5
6
6-60°
și 80 °C
5-60°
și 80 °C
Rezistența în regim STAS
Rezistența tratat termic
e
40-80 °C
40-60 °C
39-80 °C
40
39-60 °C
39
600
500
f
46
46-60 °C
46-80 °C
45-80 °C
45-60 °C
45-60 °C
45

Fig. 12

prefabricate (planşeele şi pereţii unor elemente prefabricate pentru construcţii de locuinţe) din beton uşor B 200, realizate în anul 1967 şi păstrate în aer liber nefinisate, indică în principal următoarele :

Protecţia armăturii în betonul uşor şi grosimea stratului de acoperire a armăturii este în funcţie, mai ales, de compactitatea betonului uşor de rezistenţă, de dozajul de ciment, de tipul cimentului folosit şi de diametrul maxim al granulelor agregatului uşor ; astfel :

● betoanele uşoare de rezistenţă cu structură compactă (avînd densitatea la 28 zile de minimum 1600 kg/m^3) şi un dozaj de ciment RIM 200 de minimum 280 kg/m^3, asigură protecţia armăturii împotriva coroziunii în timp pînă la 3 ani în diverse condiţii de păstrare a epruvetelor (apă, aer, apă şi aer alternativ, 100 cicluri de îngheţ-dezgheţ), la grosimi ale stratului de acoperire a armăturii cu beton egal cu 0,8—1,0 d (diametrul maxim al granulei din agregatul uşor) ;

● betoanele uşoare, preparate ca mai sus, păstrate în apă cu 5 % clorură de sodiu, asigură protecţia armăturii în timp la grosimi ale stratului de acoperire a armăturii egale cu 1,2 d ;

● la betoanele preparate cu ciment Pz 400 (cu 15 % adaos de zgură granulată de furnal înalt în compoziţie), protecţia armăturii este de asemenea asigurată în condiţiile de mai sus, în timp ce la betoanele preparate cu ciment F 350 (cu peste 30 % zgură de furnal înalt) protecţia armăturii în condiţii similare de încercare timp de peste un an necesită grosimi ale stratului de acoperire a armăturii de 1,5—2 d.

Fig. 12. — a : Schema tratamentului termic cu abur viu la 60°C în regimul :
1) 2 ore aşteptare + 2 ore ridicarea temperaturii + 2 ore izotermă + 2 ore răcire
2) Idem 2+2+4+2
3) Idem 2+2+6+2
4) Idem 2+2+8+2
b : Schema tratamentului termic cu abur viu la 80°C în aceleaşi patru regimuri ca în fig. 12 a
c : Schema tratamentului termic cu abur viu la 100°C în aceleaşi patru regimuri ca în fig. 12 a
d : Variaţia rezistenţelor la compresiune în timp pentru betoanele cu granulit Mureşeni 0—30 mm + 20 % nisip de rîu 0—3 mm în condiţii de întărire în regim standard şi de tratament termic conform schemelor din fig. 12 a şi b (ciment Pz 400 Fieni = 400 kg/m^3)
5 — a/c total = 0,71
6 — a/c total = 0,65
e : Variaţia rezistenţelor la compresiune în timp pentru betoanele cu granulit Mureşeni 0—30 mm +20 % nisip de rîu 0—3 mm în condiţii de întărire în regim standard şi de tratament termic conform schemelor din fig. 12 a şi b (ciment RIM 200 Fieni)
39 — 336 kg ciment/m^3 ; a/c total = 0,82
40 — 408 kg ciment/m^3 ; a/c total = 0,70
f : Variaţia rezistenţelor la compresiune în timp pentru betoanele cu granulit Mureşeni 0—15 mm + 20 % nisip de rîu 0—3 mm în condiţii de întărire în regim standard şi tratament termic conform schemelor din fig. 12 a şi b (ciment RIM 250 Bicaz cu R_c 28 = = 504 kgf/cm^2)
45 — 340 kg ciment/m^3 ; a/c total = 0,82
46 — 418 kg ciment/m^3 ; a/c total = 0,70

Cele de mai sus arată că pentru a nu se ajunge la dimensiuni exagerate ale stratului de acoperire a armăturilor este indicat ca betoanele uşoare de rezistenţă să fie preparate numai cu cimenturi Portland fără adaosuri sau cu maximum 15 % adaos de zgură de furnal înalt, cum sînt la noi în ţară cimenturile RIM 200, RIM 300, P 400, P 500, Pa 400, Pa 500, Pz 400 şi Pz 500. Cimenturile M 400 şi F 350, necesitînd grosimi mai mari ale stratului de acoperire a armăturii, nu apar indicate a fi folosite la prepararea betoanelor uşoare de rezistenţă.

De asemenea, apare indicat ca la lucrările din betoane uşoare de rezistenţă expuse frecvent la intemperii, dozajele de ciment utilizate să fie de minimum 280 kg/m^3 şi grosimea stratului de acoperire a armăturii cu beton cel puţin egală cu d, recomandabil 1,2 d. Revin astfel, pentru stratul de beton uşor de protecţie a armăturii, grosimi de minimum 8 mm în cazul folosirii agregatelor uşoare cu granula maximă de 7 mm ; de 18 mm în cazul agregatelor cu granula maximă de 15 mm, şi de 36 mm în cazul folosirii agregatelor cu granula maximă de 30 mm.

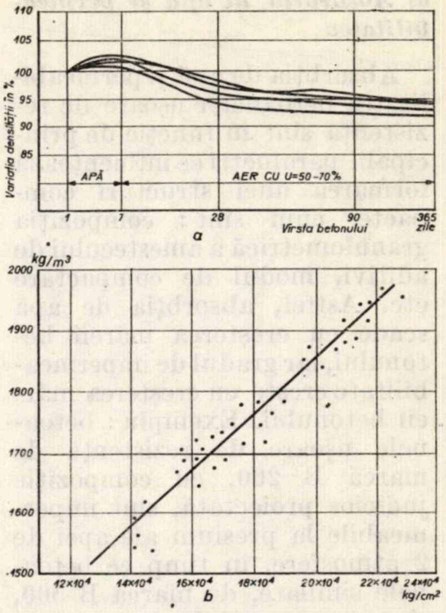


Fig. 13 — a : Variaţia densităţii betonului uşor de rezistenţă în timp în funcţie de umiditatea mediului ambiant ;
b : Variaţia modulului de elasticitate static la 0,3 R_{pr} pentru betoanele uşoare în funcţie de densitate [5], [7]

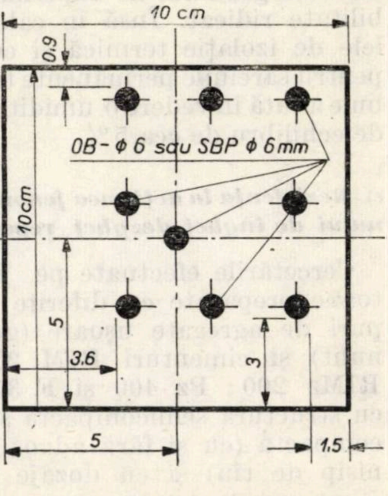


Fig. 14 — Schema de confecţionare a epruvetelor pentru studiul protecţiei armăturii împotriva coroziunii în diferite medii de conservare [5], [7]

Pentru elemente de construcţii situate la interior, protejate împotriva variaţiilor de umiditate, cum este cazul pereţilor tencuiţi pe ambele suprafeţe, grosimea stratului de acoperire a armăturii poate fi egală cu d, iar dozajul minim de ciment poate fi redus la 230—240 kg/m^3 beton uşor, aşa cum s-a indicat în tabela 3.

d) Absorbția de apă și permeabilitatea

Absorbția de apă și permeabilitatea betoanelor ușoare de rezistență sînt în funcție de principalii parametri ce influențează formarea unei structuri compacte, cum sînt: compoziția granulometrică a amestecului de aditivi, modul de compactare etc. Astfel, absorbția de apă scade cu creșterea mărcii betonului, iar gradul de impermeabilitate crește cu creșterea mărcii betonului. Exemplu: betoanele ușoare de rezistență de marcă B 200, cu compoziție judicios proiectată, sînt impermeabile la presiuni ale apei de 2 atmosfere, în timp ce betoanele similare, de marcă B 500, sînt impermeabile la presiuni ale apei de 8—10 atmosfere. Aceasta arată că la betoanele ușoare de rezistență problema absorbției de apă din mediul înconjurător în timp nu se pune datorită gradului de impermeabilitate ridicat. Însă în calculele de izolație termică și cele pentru sarcinile permanente trebuie avută în vedere o umiditate de echilibru de cca 5%.

e) Rezistența la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț repetat

Cercetările efectuate pe betoane preparate cu diferite tipuri de agregate ușoare (granulit) și cimenturi RIM 200, RIMz 200; Pz 400 și F 350, cu structura semicompactă sau compactă (cu și fără adaos de nisip de rîu) și cu dozaje de ciment variind între 240— 600 kg/m³, arată că betoanele ușoare de rezistență rezistă bine la acțiunea a 50—150 cicluri de îngheț-dezgheț repetat, comportîndu-se în anumite cazuri mai bine decît betoanele grele preparate cu dozaje de ciment egale și agregate silicioase.

f) Capacitatea de izolare fonică

Capacitatea de izolare fonică la betoanele ușoare este ceva mai mică datorită densității lor reduse, fiind necesară adoptarea măsurilor constructive corespunzătoare.

3. DOMENIILE DE UTILIZARE INDICATE

Datorită proprietăților lor specifice, betoanele ușoare de rezistență pot fi utilizate cu bune rezultate tehnico-economice în construcții civile, social-culturale, industriale și agrozootehnice, atît la realizarea elementelor prefabricate, specifice, cît și în structurile de rezistență ale diverselor tipuri de clădiri (cu excepția fundațiilor), așa cum s-a arătat și în exemplele date mai sus. Cercetările și experimentările efectuate pînă în prezent la noi în țară [5, 6, 7] indică posibilitatea fabricării industriale, începînd cu anii 1971—1972, a panourilor mari prefabricate pentru locuințe și a altor tipuri de prefabricate din beton ușor armat și precomprimat, contribuindu-se prin aceasta la reducerea greutății elementelor prefabricate cu 20—40%, reducerea consumului de oțel și beton în structuri și fundații cu 10—20%, în paralel cu creșterea confortului termic în clădiri, creșterea productivității utilajelor de transport și ridicat etc.

4. UNELE CONCLUZII

Proprietățile agregatelor ușoare artificiale obținute prin expandarea argilelor, cum sînt: structura poroasă, densitatea redusă, rezistențele mecanice reduse și absorbția de apă mărită, în comparație cu proprietățile similare ale agregatelor grele folosite curent la prepararea betoanelor, influențează proprietățile de bază ale betoanelor ușoare de rezistență în principal prin următoarele:

- unele modificări ale proprietăților betonului proaspăt, care impun măsuri corespunzătoare în procesul de preparare, turnare și compactare a betonului ușor de rezistență;
- reducerea densității betonului ușor, proaspăt și întărit, cu 20—40% față de betoanele grele de aceeași marcă și, ca atare, indici superiori de izolare termică (de 1,5—2,5 ori mai mari ca la betonul greu);
- rezistențele la compresiune corespunzătoare mărcilor B 150—B 500 se obțin, în cazul betoanelor ușoare de rezistență, la dozaje de ciment sporite cu 5—20% față de betoanele grele de aceeași marcă;
- absorbția mărită de apă a agregatelor ușoare modifică, în anumite limite, curba de creștere a rezistențelor betonului în timp, favorizînd creșterea rezistențelor inițiale, care ating la 3 zile cca 50—80% din rezistența la 28 zile, față de cca 30—60% la betoanele grele;
- datorită agregatului ușor, cimentul folosit ca liant exercită, prin proprietățile sale specifice, o influență mai mare asupra proprietăților betonului ușor de rezistență decît în cazul betoanelor grele;
- betoanele ușoare de rezistență au moduli de elasticitate reduși (130 000—240 000 kgf pe cm²). Pentru proiectare, modulul de elasticitate poate fi calculat cu formula lui Pauw, luînd $K = 4\,000$, în cazul betoanelor tratate termic, și cu formula lui Țiskreli, în cazul betoanelor întărite în regim standard;
- pentru diferite mărci de beton ușor, aderența la armătură reprezintă procentual 90—105% din aderența betoanelor grele de aceeași marcă, fiind practic de același ordin de mărime. Rezistențele la strivire și forfecare sînt însă mai reduse cu 10—25%, și impun unele măsuri la proiectarea elementelor din beton ușor armat și precomprimat;
- protecția armăturii împotriva coroziunii în betonul ușor de rezistență este în funcție de compoziția betonului, dozajul de ciment, tipul cimentului folosit și diametrul maxim al granulelor de agregat ușor folosit. Pentru asigurarea protecției armăturii se recomandă compoziții de agregate judicios alese, folosirea unui dozaj de ciment (RIM, P, Pa, RIMz sau Pz) de minimum 280 kg/m³ beton și acoperirea armăturilor de rezistență cu un strat de beton cu grosimea de minimum 1,2 *d* (tabela 4 și pct. 2. c);
- betoanele ușoare de rezistență cercetate sînt impermeabile la presiunile apei de 2—10 atmosfere și au rezistență bună

a 50—150 cicluri de îngheț-dezgheț repetat;

● proprietățile betoanelor ușoare de rezistență cercetate le recomandă pentru realizarea elementelor prefabricate și a structurilor de rezistență (cu excepția fundațiilor), necesare construcțiilor de locuințe, social-culturale, industriale și agrozootehnice, ele permițînd obținerea de importante avantaje tehnico-economice, cum sînt: reducerea greutății elementelor prefabricate și a construcțiilor cu 20—40 %, reducerea consumului de oțel și beton în structuri și fundații cu 10—20 %, în paralel cu creșterea confortului termic în clădiri, a productivității muncii, a productivității utilajelor de transport și ridicat etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] ALTNER, W.: *Despre utilizarea betonului ușor în construcțiile de locuințe înalte din elemente prefabricate.* Baustoffindustrie (R.D.G.), nr. 3, martie 1969 — pag. 84—87.

[2] BROWN, W. P.: *Utilizarea betonului ușor în regiunea Melbourne pentru imobile prefabricate de înălțime mare.* Comunicare tema C — Primul Congres internațional de beton ușor — Londra, mai 1968.

[3] GERWICK, G. B. Jr.: *Utilizarea eficientă a betonului ușor precomprimat.* Comunicare tema C — Primul Congres internațional de beton ușor — Londra, mai 1968.

[4] IONESCU, I.: *Utilizarea betoanelor ușoare în construcții.* Sinteză documentară. C.D.C.A.S., București, 1969.

[5] IONESCU, I. și ENCULESCU, M.: *Studiul proprietăților betoanelor cu agregate ușoare artificiale (perlit, nisip de granulit și granulit) și al elementelor tehnologice pentru unele tipuri de elemente prefabricate și structuri din betoane ușoare armate.* Referat, Secția B.M. — I.C.M.C., septembrie 1969.

[6] IONESCU, I. și GHIU, C.: *Unele date ale cercetărilor pentru utilizarea betoanelor ușoare armate și precomprimate în industria prefabricatelor.* Buletinul de informare și documentare tehnică pentru materiale de construcții, nr. 8, 1970.

[7] IONESCU I.: *Studiul elementelor tehnologice și al tipurilor de prefabricate specifice pentru construcții de locuințe, industriale și agrozootehnice din beton ușor de granulit B 150 — B 400. Fazele laborator, proiectare și experimentare.* Referat Secția B — M — CIPB — CPC, noiembrie-decembrie 1970.

[8] IVANOV, I. A., FAKTOROVICI, I. G.: *Particularitățile formării betonului de Keramzit în casete.* Beton i jelezobeton (URSS), nr. 7/1970, pag. 22—24.

[9] SPIVAK, N. I.: *Îmbunătățirea structurii betonului ușor.* Beton i jelezobeton (URSS), nr. 6/1970, pag. 1—3,

[10] SUHURUKOV, IU, M., HITROV, V. G.: *Studiul rezistenței betonului ușor la coroziune.* Beton i jelezobeton (URSS), nr. 7/1970, pag. 28—31.

[11] VIRONNAUD, L.: *Studiul betoanelor pe bază de agregate ușoare expandate.* Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics (Franța), nr. 270, iunie 1970, pag. 43—44.

RECENZII

C. Pupăzan

ACUSTICA ÎN CONSTRUCȚII

Propagarea zgomotului și izolarea fonică

București, Editura Academiei R.S.R., 1970, 362 pagini, 116 figuri

Problema asigurării confortului în clădiri, în condițiile actuale, cînd se urmărește realizarea unor construcții din ce în ce mai ușoare, impune un studiu atent al condițiilor de climat interior (lumină, căldură, umiditate, zgomot) în corelație cu proprietățile materialelor de construcție și ale structurilor ce se execută. Această necesitate a dus la dezvoltarea unei discipline relativ noi în contextul general al științei de a construi — FIZICA CONSTRUCȚIILOR — în cadrul căreia un capitol important îl reprezintă acustica în construcții.

Dedicată acestei ramuri a fizicii construcțiilor, cartea ing. C. Pupăzan e alcătuită din două părți:

1. Oscilații și unde
2. Izolarea fonică în clădiri.

Prima parte cuprinde 4 capitole în care sînt expuse elementele principale ale teoriei oscilațiilor mecanice (cap. 1) și undelor (cap. 2), fiind analizate în mod amănunțit aspectele legate de propagarea undelor elastice în elementele de construcție (cap. 3) și a sunetului în spații închise (cap. 4); aceste capitole constituie cadrul necesar înțelegerii elementelor teoretice și practice expuse în partea a doua, *Izolarea fonică în clădiri*, care se adresează în special inginerilor constructori și arhitecților ce activează în proiectare și execuție.

Referitor la conținutul primei părți a lucrării, este de menționat că materialul referitor la oscilații (care cuprinde numai elemente de teoria oscilațiilor liniare, cu un grad de libertate) ar trebui — eventual într-o altă ediție a lucrării — completat cu prezentarea sistemelor oscilante liniare și neliniare, cu mai multe grade de libertate, care își găsesc o aplicație imediată în studiul capacității de izolare fonică a elementelor despărțitoare de construcții (pereți, planșee).

De asemenea, poate că nu ar fi lipsită de interes o mai amănunțită analiză a elementelor de acustică statistică și geometrică în cadrul capitolului 4, *Sunetul în spații închise*.

Partea a doua a lucrării începe cu un capitol (cap. 5, *Zgomotul și confortul acustic*) în care se face o analiză atentă a caracteristicilor obiective și subiective ale sunetului, respectiv a metodelor de măsurare a acestuia. Sînt prezentate, de asemenea, condițiile normate de confort acustic în funcție de destinația diferitelor unități funcționale din clădiri.

În continuare — pe parcursul a patru capitole — sînt analizate metodele de reducere a zgomotului prin absorbție acustică (cap. 6) și problemele legate de izolarea încăperilor împotriva zgomotului aerian (cap. 7), zgomotului de impact (cap. 8) și a zgomotului din instalații (cap. 9); metodele descrise sînt adaptate la specificul țării noastre, soluțiile constructive putînd fi realizate cu produsele curente furnizate de industria materialelor de construcții.

În această parte a lucrării — ce cuprinde și o serie de contribuții personale ale autorului — elementele teoretice și experimentale sînt astfel prezentate încît, în final, ele alcătuiesc un bun îndrumar pentru rezolvarea problemelor de combatere a zgomotului în construcții.

Ing. **Șerban Petre—Lazăr**
INCERC

TRANSPORTUL PNEUMATIC – TRANSPORTUL VIITORULUI

Ing. **FLORIAN MERCEA**
I.P.I.U.

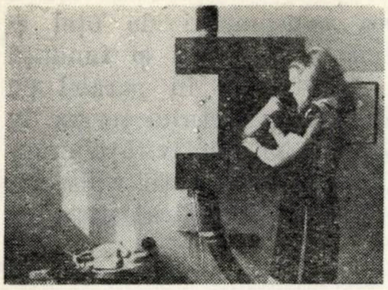


Fig. 1 — Momentul introducerii în stație a cartușului încărcat, în vederea expedierii

În secolul nostru, secolul vitezei, cînd tehnica telecomunicațiilor și a transporturilor a ajuns la un nivel ridicat de dezvoltare, este imperios necesar ca informațiile și expedierile de mărfuri pe distanțe mari să fie predate și efectuate în cel mai scurt timp posibil.

În interiorul întreprinderilor industriale, al instituțiilor, băncilor, hotelurilor, spitalelor etc. sînt frecvent folosite instalațiile de transport pneumatic, care asigură deplasarea rapidă și sigură la destinatar a probelor tehnologice, cartelelor perforate, probelor de materiale și mărfuri, actelor, cărților și pachetelor, a pieselor scrise la proiecte, a corespondenței, chitanțelor și borderourilor, a notelor de plată, filmelor și analizelor de laborator etc.

Această tehnică modernă de transport unește mai strîns între ele diferitele compartimente: secții, ateliere, birouri, servicii, laboratoare, clinici etc.

În cel mai scurt timp materialul de transportat ajunge la destinatar, cursul efectiv al muncii se accelerează, se economisesc drumuri, timp și, în final, bani.

În toate domeniile de activitate, unde timpul este un element prețios, se recomandă introducerea și utilizarea tehnicii moderne de transport. Dintre sistemele utilizate azi pe scară largă în R. F. G., Franța, Italia, Elveția, Austria, Anglia etc., amintesc cîteva:

— instalații de poștă pneumatică cu comandă și testare;

— instalații de poștă pneumatică cu comandă prin cutia de transport;

— instalații de poștă pneumatică pentru șarje, în uzine metalurgice;

— instalații pe cant și pe bandă transportoare plană;

— instalații pentru transportul izotopilor radioactivi;

— instalații de transportat dosare, mape, registre.

*

În cursul anului 1970 s-a pus în funcțiune la Institutul de proiectări al Ministerului Industriei Ușoare (I.P.I.U.) prima instalație de acest gen din țară: o instalație de poștă pneumatică cu comandă prin disc la fiecare stație (fig. 1).

Atît proiectul, cît și execuția lucrării au fost făcute de către un colectiv de

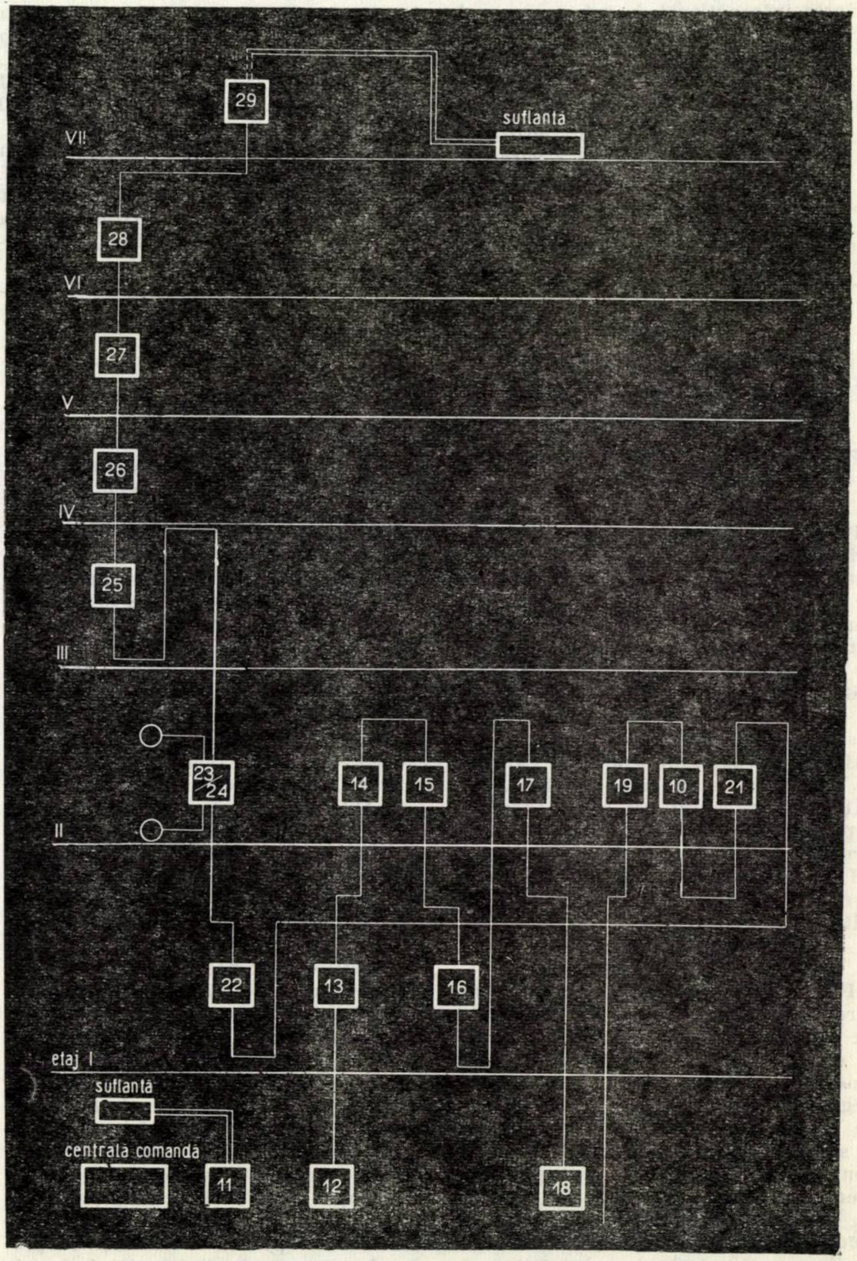


Fig. 2 — Schema instalației de transport pneumatic

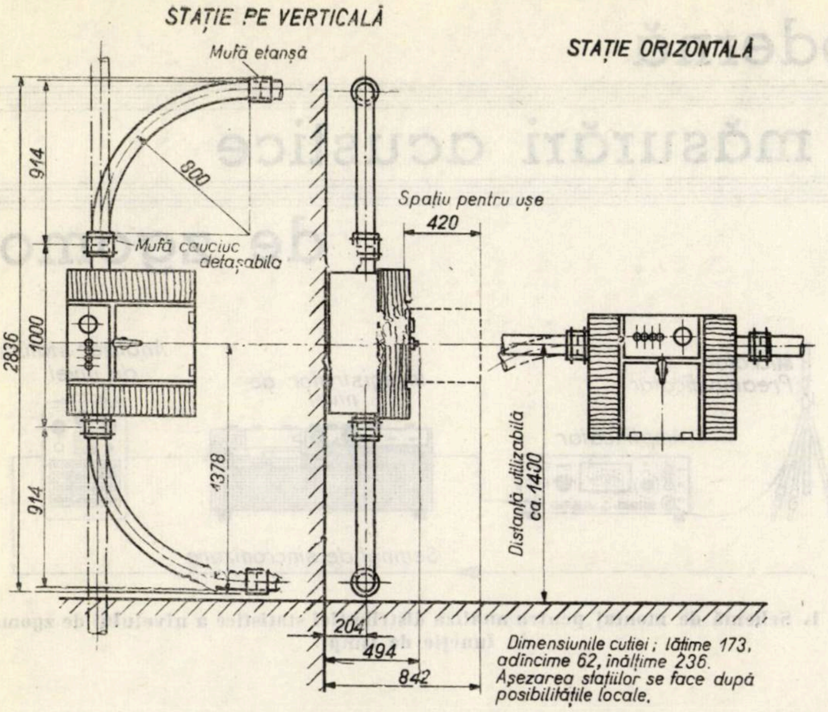


Fig. 3 — Stație intermediară de poștă pneumatică. Amplasarea și dimensiunile sînt valabile și pentru stația finală

specialiști din cadrul I.P.I.U. sub conducerea autorului acestei note. Din colectiv fac parte: ing. Florin Bălan, ing. I. Lebădă, Gh. Stanciu.

La I.P.I.U. s-a montat o instalație tip LR 100, semiautomată, cu 18 stații și o singură linie (fig. 2 și 3).

Pentru alegerea tipului de instalație s-au avut în vedere următoarele: frecvența de utilizare a instalației, materialul transportat (dimensiuni, greutate), timpul de expediere (viteza de transmitere a conteinerelor), numărul de stații, caracterul activității din clădirea deservită.

Analiza factorilor de mai sus a dus la alegerea tipului LR 100.

Această instalație asigură transportul corespondenței în I.P.I.U. (între registratură și conducere, sectoare, ateliere, colective, servicii, precum și în sens invers), în conteinere de formă cilindrică.

Foarte bine se pot transporta piesele scrise de la proiecte între colectivele de proiectanți, devizieri, dispeceri și serviciul editare.

Printr-un sistem de codificare, cele 18 stații lucrează între ele la o comandă prin disc cu selecție numerică (asemănătoare cu cea de la telefon).

Sistemul automat și de semnalizare reglează circulația între cele 18 stații prin beculețe de diferite culori care indică: *cale liberă*, *ocupat* și *sosit conteiner*.

Stațiile sînt legate între ele printr-o tubulatură din material plastic, montată aparent cu Dn 100, avînd cca 450 m lungime (fig. 4). Vehicularea conteinerului în interiorul tubulaturii este asigurată de două stații de suflante, prevăzute cu un bloc de alimentare de la rețea de 220 V, relee de comandă, relee plate, magnet numărător, condensatoare și rezistențe.

Toate stațiile sînt legate între ele prin cablu pentru alimentare cu energie electrică — comandă automată și semnalizare la stații.

Tensiunea de lucru este de 60 V din blocul de alimentare de la rețea cu redresor.

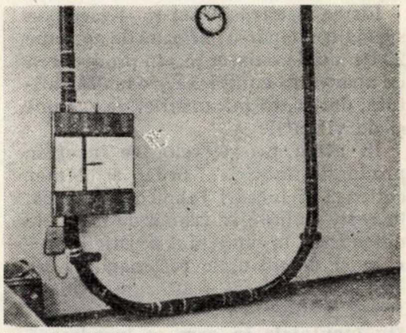


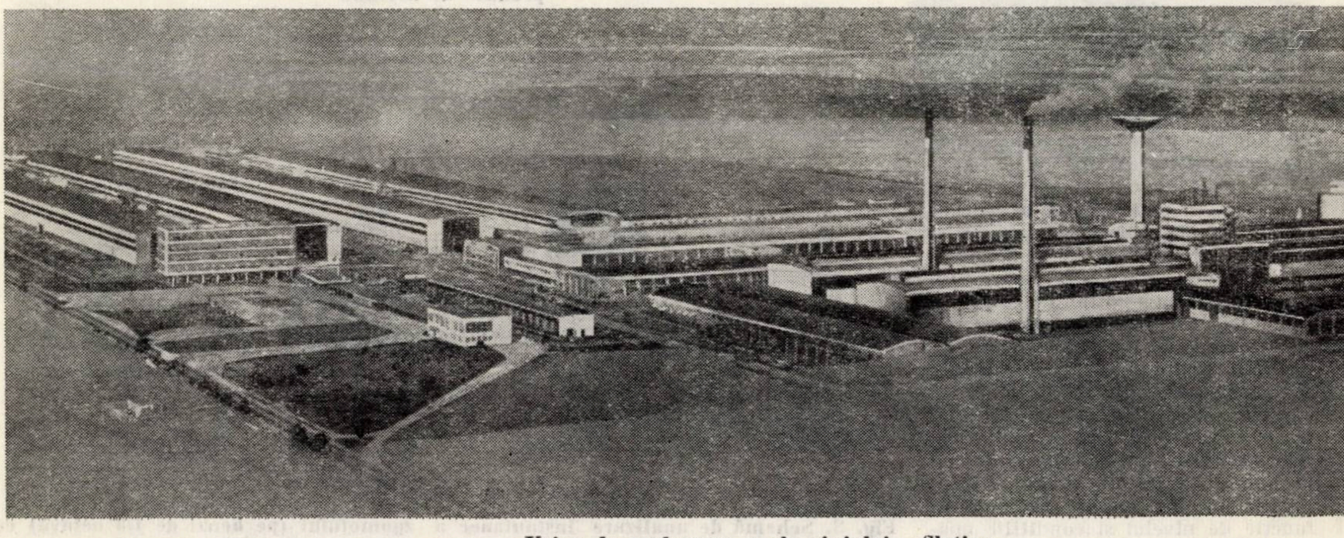
Fig. 4—Stație intermediară cu elementele de transport din tub PVC Dn 100

Puterea totală instalată de cca 1 kW.

Partea de automatizare a instalației, precum și elementele de linie au fost procurate din import.

Deși acest sistem de poștă pneumatică este în funcțiune numai de cîteva luni, avantajele lui tehnice și economice sînt demonstrate cu prisosință, punîndu-se în evidență economia de timp și operativitatea de rezolvare a problemelor. Serviciile de organizare științifică a muncii din cadrul instituțiilor și întreprinderilor industriale ar trebui să aibă în vedere utilizarea tuturor realizărilor tehnicii moderne, printre care și instalația de poștă pneumatică, în scopul îmbunătățirii condițiilor de muncă și, indiscutabil, pentru creșterea productivității muncii.

Prin efectele economice favorabile, aceste tipuri de instalații devin auxiliari de strictă necesitate în perioada actuală de dezvoltare a economiei naționale.

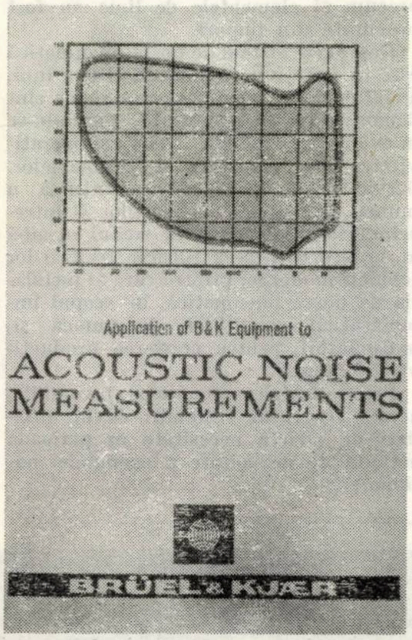


Uzina de prelucrare a aluminiului — Slatina

Aparatură modernă pentru măsurări acustice de zgomot

Firma daneză Brűel şi Kjaer s-a specializat (într-o perioadă de aproape 20 de ani de existenţă) în producerea de aparatură complexă, de înaltă calitate, destinată măsurărilor de zgomot şi de vibraţii.

În afara prospectelor ce însoţesc produsele fabricii, Brűel şi Kjaer editează şi lucrări tehnico-ştiinţifice, în care, ţinîndu-se seama de ultimele descoperiri în domeniul acusticii, precum şi de ultimele recomandări ale I.S.O. şi I.E.C., se arată cum se adaptează producţia de aparate, respectiv montajele în care se încadrează acestea, pentru a fi mereu în concordanţă cu cele mai recente acte normative. Ultima lucrare apărută în această serie, în ianuarie 1971, este



Cartea, avînd un cuprins de circa 200 pagini, conţine 6 capitole, dintre care primele trei se ocupă cu prezentarea celor mai actuale puncte de vedere în aprecierea caracteristicilor fizice şi psihofizice ale zgomotului, precum şi a criteriilor de evaluare a acestuia.

Menţionăm din această parte : interpretarea dată noţiunii de tărie a zgomotelor cu aspect de impuls, prezentarea metodelor de calcul al tăriei unui zgomot (metodele lui Zwicker şi Stevens), încercarea de a completa caracterizarea unui zgomot prin luarea în consideraţie a caracterului său informaţional (noţiunile *annoyance* şi *noisiness*, care definesc deranjamentul acustic produs de un zgomot, în funcţie de nivelul şi condiţiile apariţiei sale, nu au încă un echivalent

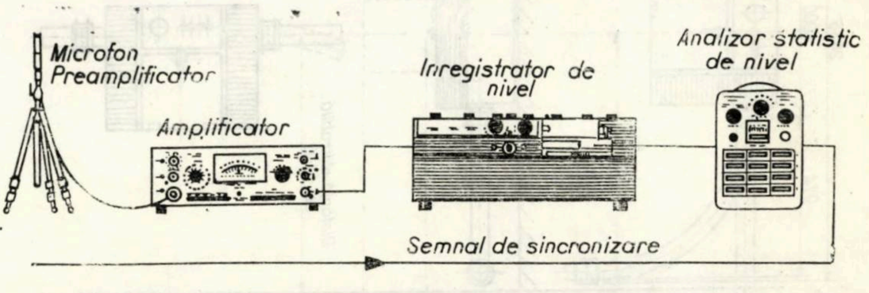


Fig. 1. Schemă de montaj pentru analiza distribuţiei statistice a nivelului de zgomot, în funcţie de timp

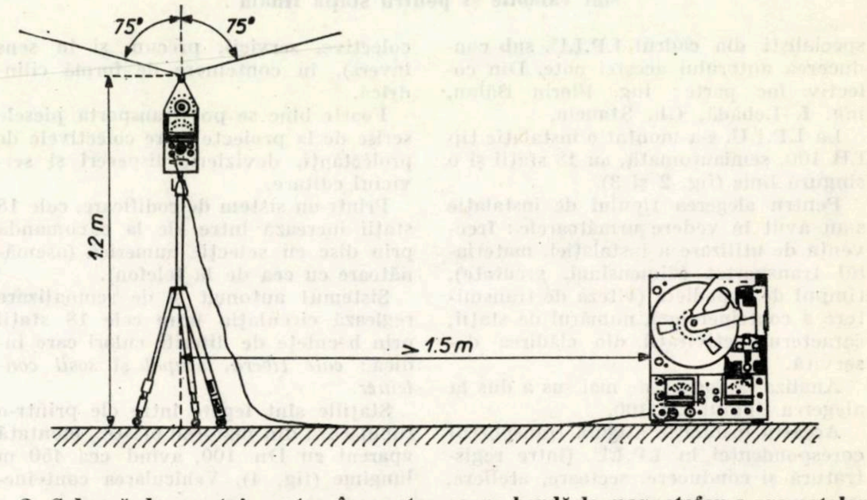


Fig. 2. Schemă de montaj pentru înregistrarea pe bandă de magnetofon a zgomotelor produse de avioane

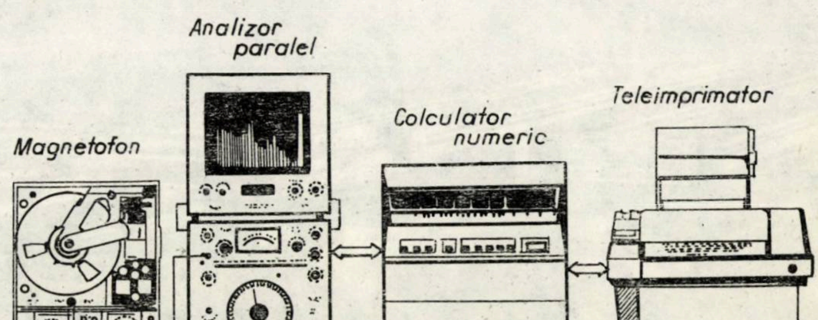


Fig. 3. Schemă de analizare instantanee a zgomotului (pe benzi de 1/3 octavă) ce permite înserierea datelor în memoria unui calculator numeric

oficial în limba română) ceea ce a dus la apariția conceptului de PN—dB etc.

Capitolul IV prezintă indicații pentru alegerea celui mai potrivit tip de aparat, în funcție de scopul măsurării, iar în capitolul V se prezintă o serie de cazuri practice de măsurare a zgomotului. Dintre aceste exemple, menționăm, pentru caracterul lor de noutate (în raport cu măsurările ce se efectuează curent la noi în țară) și pentru interesul pe care rezultatele măsurărilor îl prezintă pentru urbaniști, arhitecți și constructori, următoarele două scheme:

a) Montajul pentru analiza distribuției statistice a nivelului de zgomot în funcție de timp (fig. 1) ce constă din microfon, amplificator, înregistrator de nivel și analizor statistic al nivelului. Această instalație permite împărțirea intervalului în care variază nivelul zgomotului în 12 grupe, analizorul statistic stabilind ce procent de timp revine fiecărei grupe, în raport cu întreaga perioadă considerată. Schema corespunde Recomandării I.S.O. nr. 362, privind măsurarea zgomotelor de pe arterele de circulație.

b) Instalația pentru înregistrarea zgomotelor produse în vecinătatea unui aeroport, prezentată în figurile 2 și 3. Datorită desfășurării foarte rapide în timp a fenomenului acustic, se preferă înregistrarea semnalelor pe bandă de magnetofon (fig. 2). Semnalele sînt analizate apoi în laborator. Figura 3 reprezintă un montaj ce permite analizarea aproape instantanee (în timp de 3 milisecunde) a zgomotului înregistrat pe bandă de magnetofon, în intervale de 1/3 octavă și asigură înscrierea datelor în memoria unei mașini de calcul.

Lucrarea se încheie cu un capitol care sintetizează principalele prescripții de specialitate din țările afiliate la I.S.O. și mai conține 6 anexe explicative pentru diverse metode de lucru și noțiuni folosite în text.

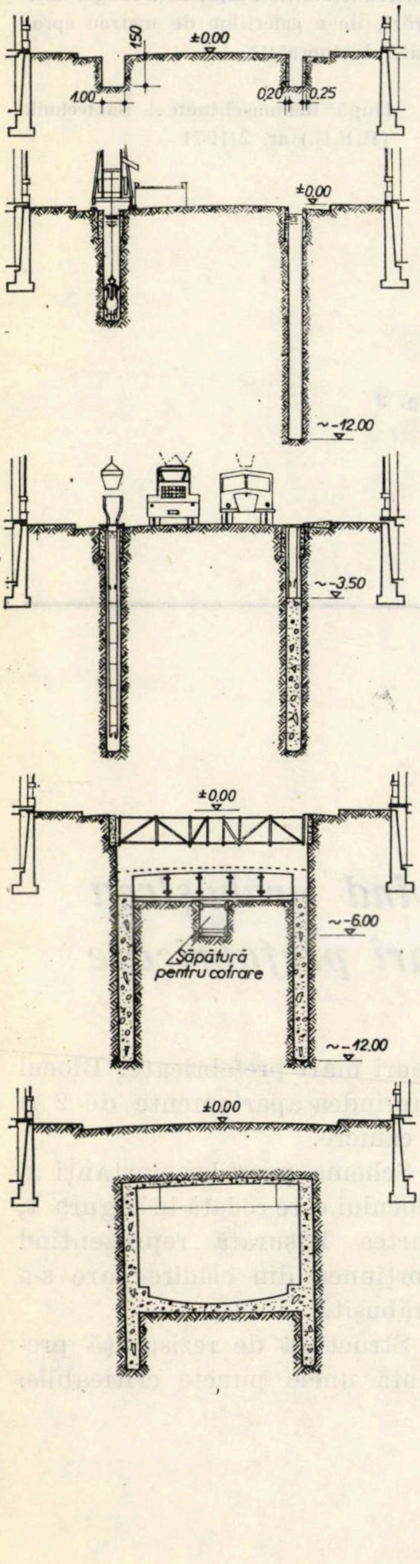
Ing. **Șerban Petre—Lazăr**

CONSTRUCȚII CU PEREȚI DE BETON TURNAȚI ÎN SĂPĂTURĂ ÎNGUSTĂ

Metoda realizării de incinte de lucru la adîncime, protejate prin pereți alcătuiți din piloți secanți de tip Benoto sau prin palplanșe, a început să fie înlocuită, de cîțiva ani, cu alta mai puțin costisitoare. Este vorba de practicarea săpăturilor înguste pe distanțe mai mari și la diverse adîncimi, sub noroi de bentonită, și turnarea unor pereți robuști din beton armat, care, în final, folosesc și lucrării subterane propriu-zise.

Deși folosită de mai mulți ani la realizarea ecranelor de impermeabilizare, metoda a început să capete o nouă extindere datorită unei variate game de utilaje moderne concepute special în acest scop, și anume graiferele pentru săpat în spații înguste, acționate hidraulic (fig.1).

Ele pot lucra pînă la adîncimi de 15 m fie prin suspendare cu cablu mobil la fleșa unei dragline, fie prin prăjini metalice îmbinate și suspendate cu ajutorul unor tonete mobile (fig. 2).



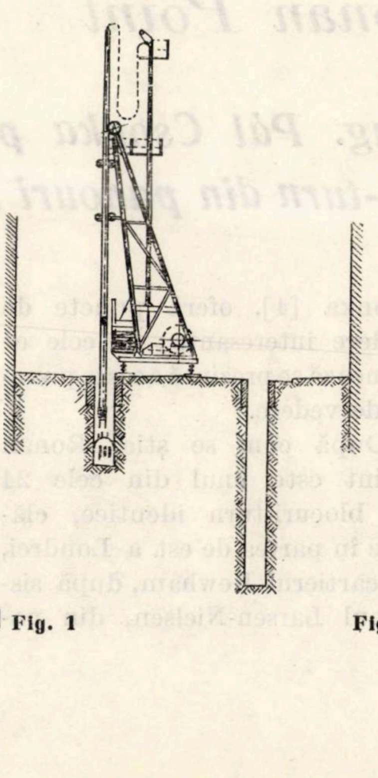


Fig. 1

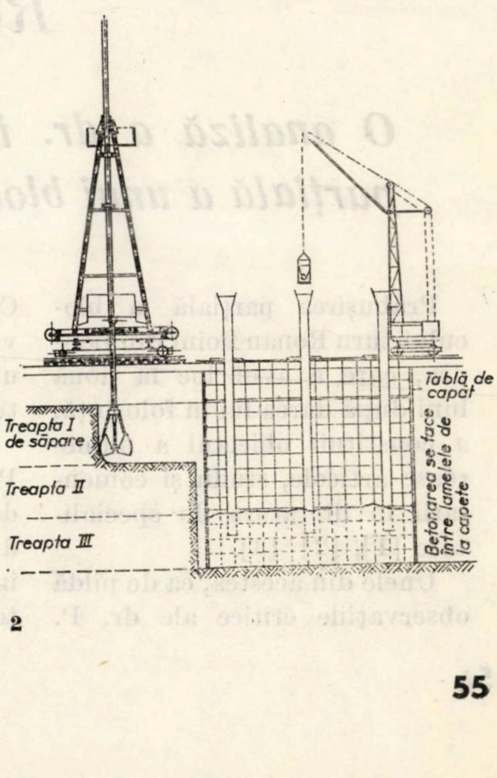


Fig. 2

După întărirea betonului turnat în ziduri, lucrarea se continuă, fie prin evacuarea pămîntului din incinta descoperită, fie prin turnarea planșeului rezemînd pe ziduri și evacuarea ulterioară a săpăturii din viitoarea încăpere și continuarea în subteran a săpăturilor pînă la finalizare.

Un exemplu de lucrare interesantă este subetajarea unui tunel de circulație auto la Köln (RFG) (fig. 3).

Metoda este larg practicată în incintele industriale cu spațiu redus între obiectivele existente sau în orașele aglomerate, fie pentru realizarea garajelor subterane multietajate, de-a lungul unor străzi, fie a galeriilor de metrou apropiate de suprafață.

După **Baumaschinen + Bautechnik** (R.F.G.) nr. 2/1971

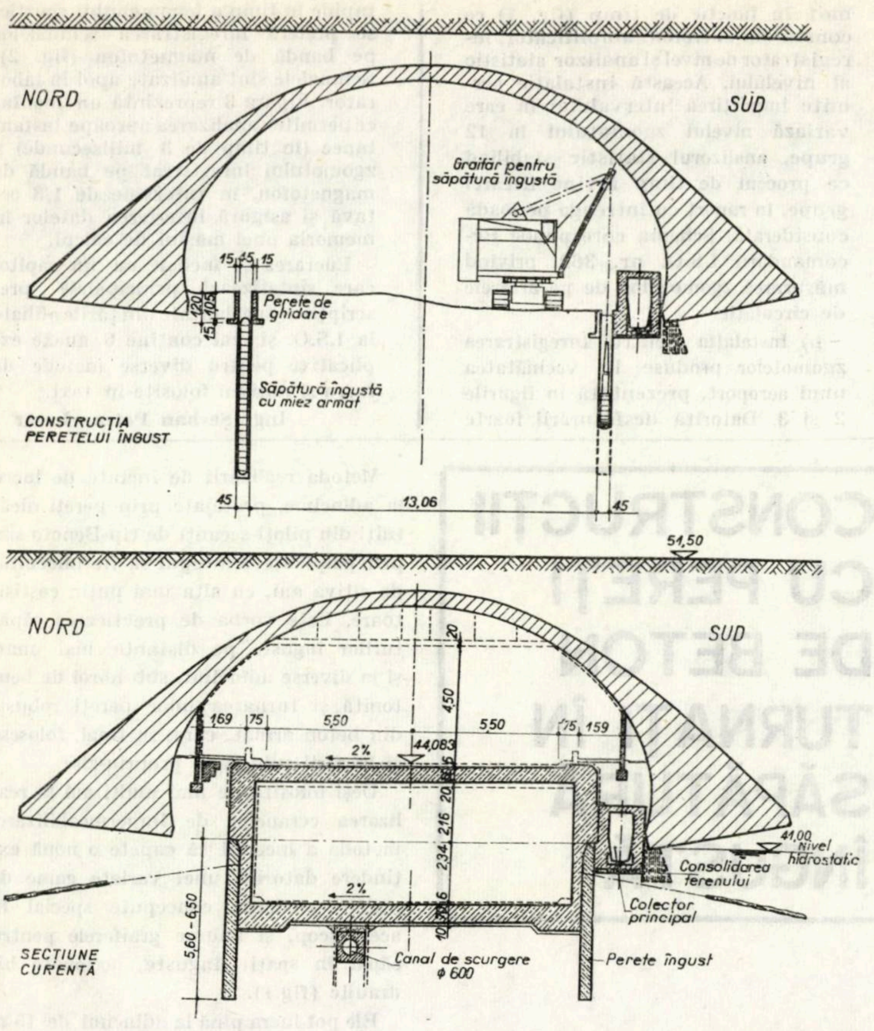


Fig. 3

DIN NOU

Ronan Point

O analiză a dr. ing. Pál Csonka privind prăbușirea parțială a unui bloc-turn din panouri mari prefabricate

Prăbușirea parțială a blocului-turn Ronan Point din Londra, care a avut loc la două luni după darea lui în folosință, a constituit obiectul a numeroase articole, studii și comentarii în literatura de specialitate [1], [2] [3].

Unele din acestea, ca de pildă observațiile critice ale dr. P. Csonka [4], oferă puncte de vedere interesante ; în cele ce urmează se prezintă aceste puncte de vedere.

După cum se știe, Ronan Point este unul din cele 24 de blocuri-turn identice, clădite în partea de est a Londrei, în cartierul Newham, după sistemul Larsen-Nielsen, din panouri mari prefabricate. Blocul cuprindea apartamente de 2 și 3 camere.

Schema pereților portanți ai blocului este redată în figura 1, partea hașurată reprezentînd porțiunea din clădire care s-a prăbușit.

Structura de rezistență prezintă unele puncte criticabile,

ca de pildă faptul că pereţii exteriori nu au fost incluşi structural în scheletul portant, care în loc să aibă o structură închisă — de cutie (ca în fig. 2 *b*), prezintă o structură deschisă (ca cea din fig. 2 *a*). O structură închisă ar fi asigurat o rezistenţă mai mare faţă de acţiunea oricărui tip de încărcări.

În ceea ce priveşte proiectul de bază, este nesatisfăcătoare amplasarea în mijlocul clădirii a tuturor căilor de acces, ca ascensoare, scări etc. (fig. 1),

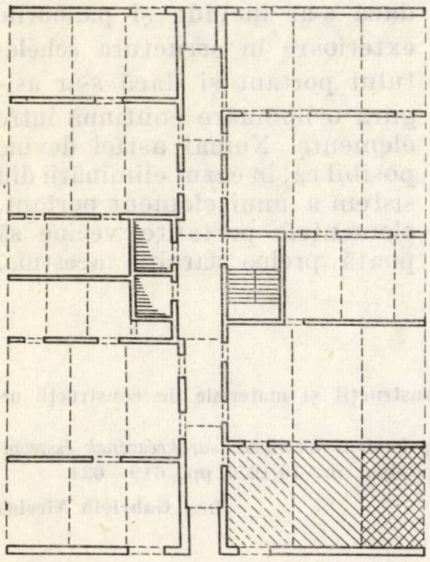


Fig. 1

deoarece se creează pericolul ca, în cazul unui incendiu, în partea de jos a clădirii să fie blocate căile de ieşire a locatarilor.

Comisia de experţi britanici care a analizat cauzele accidentului a publicat o serie de date şi scheme care permit cunoaşterea mai aprofundată a condiţiilor şi cauzelor accidentului. Figura 3 redă schematic aspectul clădirii înainte de accident (*a*), după accident (*b*) şi după îndepărtarea elementelor în pericol de prăbuşire (*c*).

Cauza accidentului a constituit-o, fără îndoială, o explozie de gaze provocată de aprinderea unui chibrit de către locatarul unui apartament de la etajul 18 al clădirii. Locatarul, care a scăpat cu viaţă, nu a simţit miros de gaze. Explozia a aruncat în afară trei panouri portante ale peretelui de timpan, a măturat pereţii despărţitori şi dependinţele şi a declanşat prăbuşirea în lanţ a întregului colţ al clădirii.

Deşi, după declaraţiile a numeroşi martori şi constatările comisiei de experţi, este neîndoielnic că accidentul a fost provocat de explozia de gaze, unele aspecte rămîn totuşi neclare. Este de neînţeles de ce locatarul care a aprins chibritul nu a simţit de loc miros de gaze emanate şi de ce suflul exploziei, care a avut o forţă suficientă pentru azvîrlirea pereţilor şi care l-a aruncat pe locatar pe culoar, nu i-a vătămat acestuia timpanele. De asemenea, este inexplicabilă prăbuşirea pereţilor din încăperile vecine, în timp ce pereţii bucătăriei (încăperea în care s-a produs explozia) nu au avut de suferit.

Aceste constatări duc la părerea că explozia nu a fost în

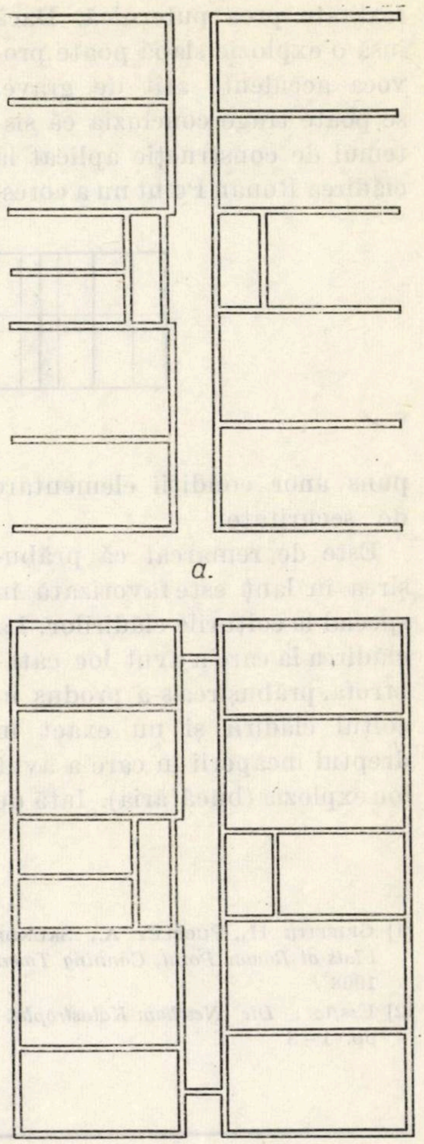
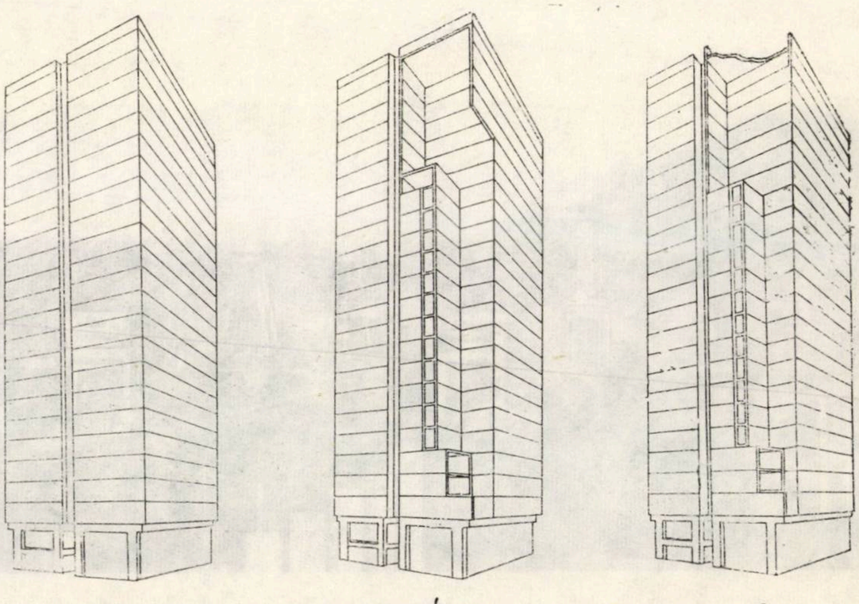


Fig. 2 ▶

Fig. 3 ▼



realitate prea puternică. Dacă însă o explozie slabă poate provoca accidente atît de grave, se poate trage concluzia că sistemul de construcţie aplicat la clădirea Ronan Point nu a corespuns unor condiţii elementare de securitate.

Este de remarcat că prăbuşirea în lanţ este favorizată în special la colţurile clădirilor. La clădirea la care a avut loc catastrofa, prăbuşirea s-a produs în colţul clădirii şi nu exact în dreptul încăperii în care a avut loc explozia (bucătăria). Iată de ce nu sînt indicate construcţiile din panouri prefabricate care prezintă multe intrînduri şi deci multe colţuri, ca în exemplul din figura 4.

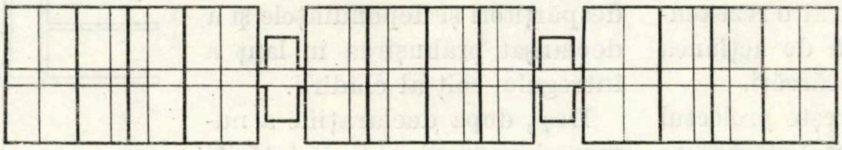


Fig. 4

Şi în cazul accidentului de la Ronan Point, catastrofa ar fi fost de proporţii mult mai mici dacă nu s-ar fi întrerupt continuitatea peretelui exterior prin construirea balcoanelor de serviciu de la capetele culoarelor.

Deşi la construcţia clădirii s-au respectat normele existente, trebuie să se sublinieze că accidentul a fost o consecinţă a deficienţei proiectării, care nu a ţinut seama de posibilitatea prăbuşirii în lanţ. Acest pericol al prăbuşirilor în lanţ ar putea fi evitat dacă s-ar introduce o cantitate suficientă de elemente de legătură continuă, dacă s-ar include şi panourile exterioare în structura scheletului portant şi dacă s-ar asigura o îmbinare continuă între elemente. Numai astfel devine posibil ca, în cazul eliminării din sistem a unui element portant, elementele portante vecine să poată prelua sarcina acestuia.

BIBLIOGRAFIE

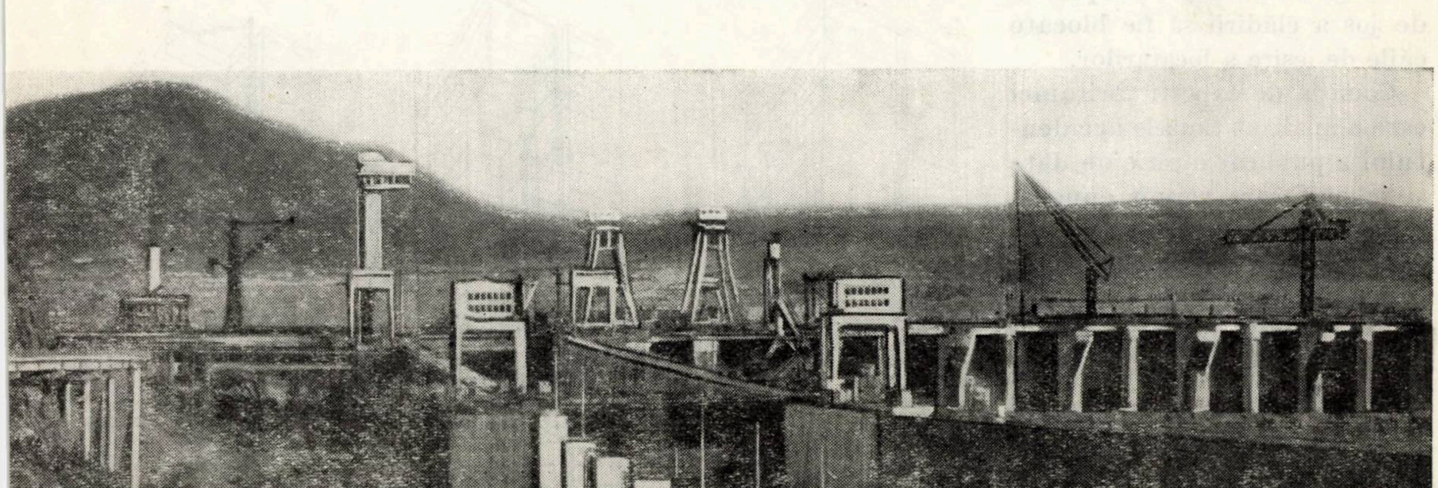
[1] Griffith H., Pugsley A., Saunders O.: *Collapse of Flats at Ronan Point, Canning Town.* Londra, H.M.S.O., 1968

[2] Ess/Ln: *Die Newham-Katastrophe.* L. N. Neues, 37 pp. 1–3

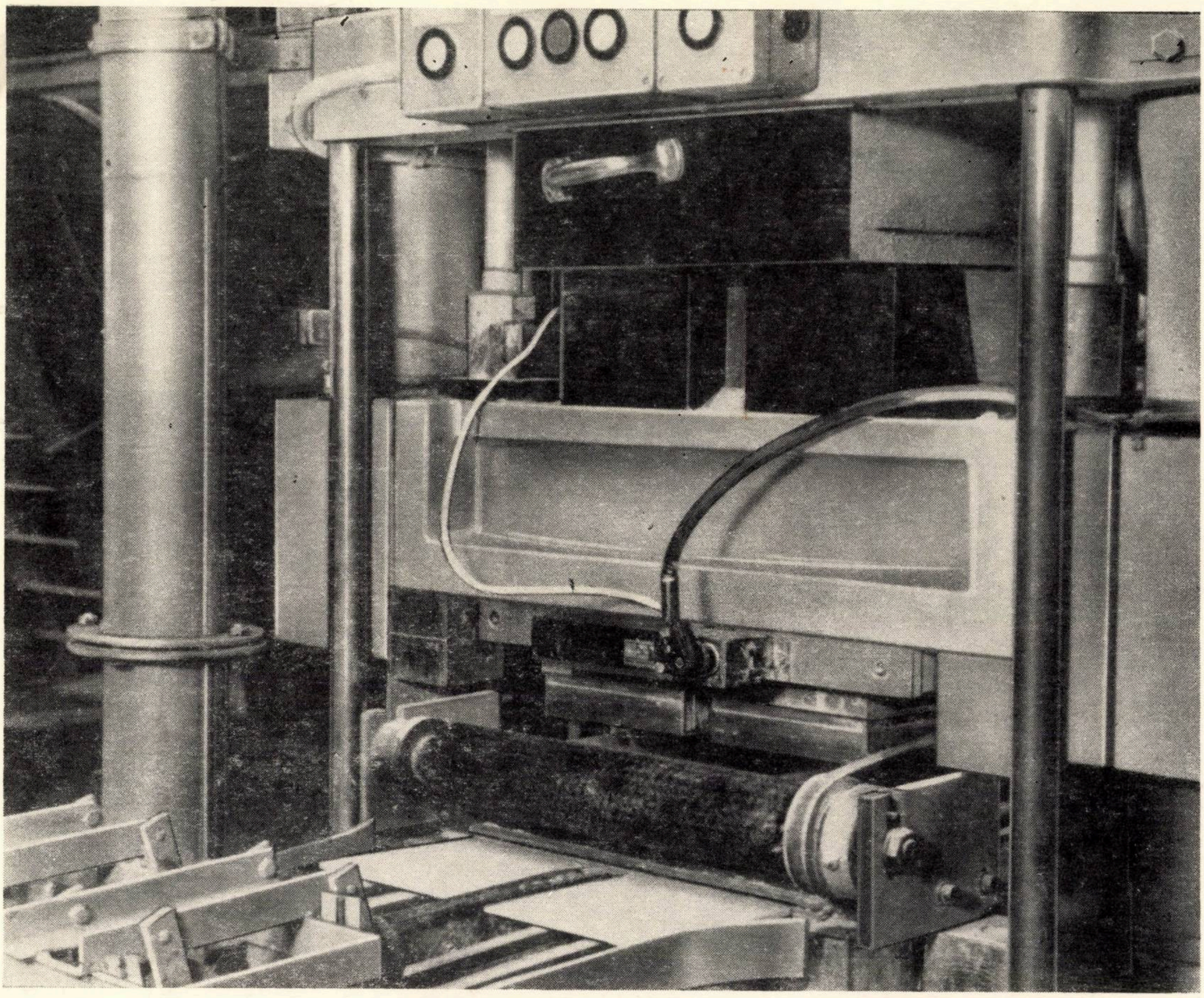
[3] *** Revista Construcţii şi materiale de construcţii nr. 6/1970, p. 333

[4] Csonka P.: *Egy londoni toronyház sarokrészének összeomlása.* Magyar Epitöipar nr. 10/1970, pp. 619–624.

Ing. Gabriela Nicolau



Şantierul hidroenergetic Porţile de Fier



Fabricare automată de plăci pe cel mai redus spațiu

cu presa hidraulică de plăci K/PY 160

Vă recomandăm o presă specială pentru fabricarea plăcilor de perete, acționată prin comandă electronică. Instalația de comandă folosește la acționarea a două mașini.
Presa se livrează împreună cu mașina de curățat și instalația de stivuire.

Vă rugăm să cereți prospectul detaliat.

VEB THURINGIA — Asociația uzinelor de mașini pentru ceramică fină

DDR — 64 Sonneberg, Edelhof 5
Membră a uniunii mărcilor depuse pentru construcții, materiale de construcții și mașini ceramice.
Exportator :
MASCHINEN — EXPORT
Reprezentanța întreprinderii de stat pentru comerțul exterior a RDG pe lîngă ambasada Republicii Democrate Germane în R.S. România. București, Calea Dorobanților 14

Publicom

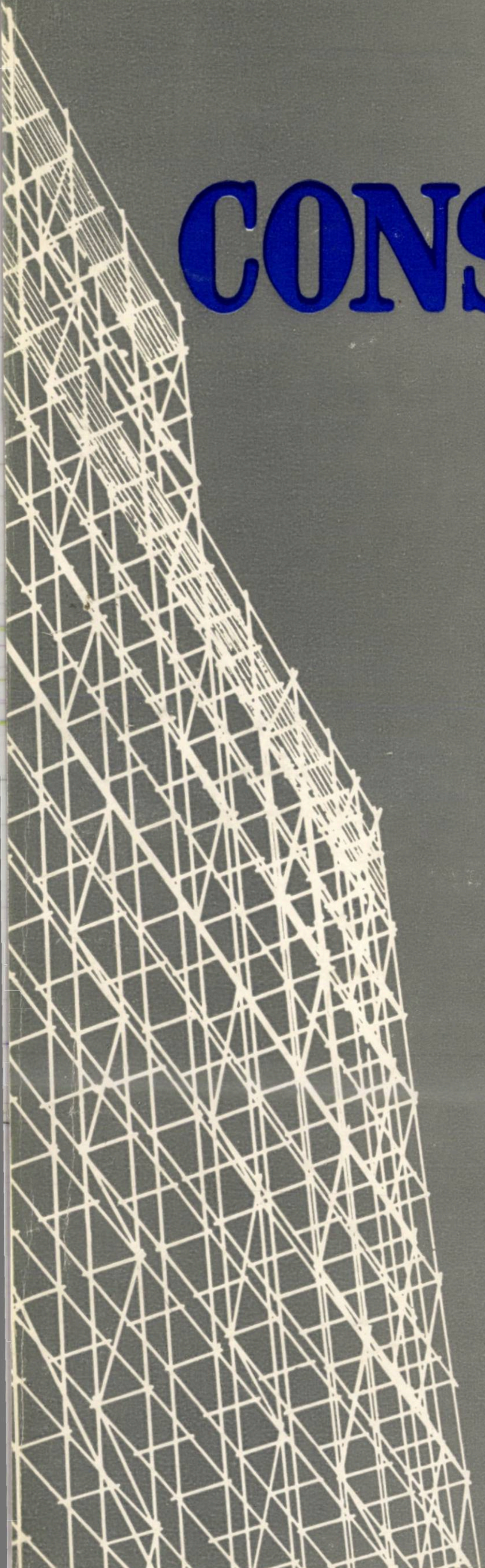
REDACŢIA PUBLICAŢIILOR PENTRU CONSTRUCŢII

BUCUREŞTI – Str. EPISCOPIEI Nr. 9

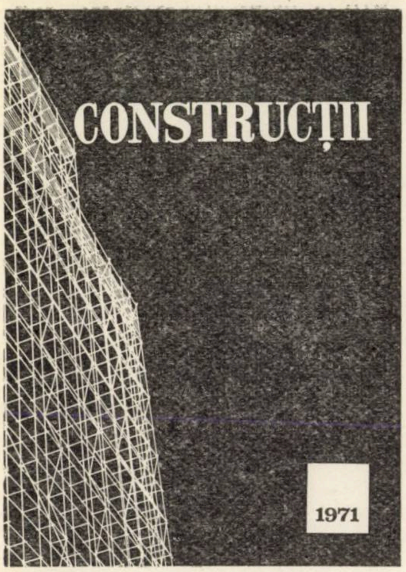
E 1688

CONSTRUCȚII

04



7
1971



Nr. 7/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

Conf. ing. A. MIHUL, ing. ȘT. CICHI, ing. C. AVRAM, ing. V. STANCIU, ing. V. STĂNESCU

Scară elicoidală desfășurată în proiecție orizontală după spirala lui Arhimede 1

Acad. ȘT. BĂLAN, dr. ing. V. PETCU

Calculul grinzilor static nedeterminate de oțel în domeniul plastic pe baza conceptului densității mecanice 6

Dr. ing. M. IEREMIA

Voalarea elastică a plăcilor plane decupate din coroane circulare 25

Ing. E. DIMITRIU-VÂLCEA

O nouă metodă privind stabilitatea termică a încăperilor la clădirile de locuit și social-culturale cu regim de încălzire discontinuu (încălzire prin centrale termice) 34

Ing. A. C. ȘTEFĂNESCU

Contribuții și observații la teoria calculului hidroforului 47

DOCUMENTAR

CONSTRUCȚII

revistă a

MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

editată de

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția: Cal. Griviței nr. 6—10, Sector 8
Telefon : 16.49.14
Administrația și difuzarea: Calea Griviței nr. 6—10. Tel.: 16.00.09, int. 120
Căsuța poștală 2980 Oficiul poștal 22
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timișoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, șef sector, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ȘTEFAN BĂLAN, Institutul de construcții București ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing, ROMULUS CONSTANTINESCU, director adjunct științific **INCERC** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, șef sector tehnic, Ministerul Construcțiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreședinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIȚESCU, șef secție **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer șef **IMNR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer șef, **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct științific **INCERC** ; ing. A. MEDVEȚCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNST** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreședinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului București ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcții București ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreședinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcții ; ing. S. ȘIȘMAN, șeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcții București

SUMMARY

A. MIHUL, ST. CICHI, C. AVRAM, V. STANCIU, V. STĂNESCU : Helical staircase unfolded in horizontal projection according to the Archimedean screw

The conception, statical calculation and building details are presented for a 24 m long staircase of helical-shaped axis, situated on a revolution paraboloid, with the projection in the plan unfolded according to the Archimedean screw.

The variation of the sectional stresses M_n, M_b, M_t, N, T_n and T_b for 11 rest versions of the staircase are presented. On the ground of their analysis and of the concrete resting conditions which can be achieved, the best tailing in solution for the staircase ends is adopted as being the most economical one.

ST. BĂLAN, V. PETCU : Calculation of the statically-undetermined steel girders in the plastic field on the ground of the concept of mechanical density

The paper presents a method for calculating continuous metal girders, taking into consideration the plastic deformations and avoiding at the same time the plasticization of the components in the stage of exploitation of the building. It is thus possible to achieve economies of metal when dimensioning buildings and to avoid shortcomings which could be induced by steel starting to flow in certain sections stressed during exploitation.

M. IEREMIA : Elastic strain of a flat slab cut out of a circular crown

The problem of the straining of a plane slab cut out of a circular crown with a certain angle span and simply suported on the whole perimeter is studied in the article.

The problem is interesting with regard to the stability behaviour of the corner webs of the steel frames of composite I section and beam-column curved linking.

Plane stress is studied, considering the theory of rigidity, in polar coordinates. The general case is detailed for the punctual symmetrical loading.

The criterion for finding out the bifurcation point of the elastic equilibrium is established and the slab's critical parameter is computed using the energy method.

In conclusion, the factors able to affect the straining ratio are established.

E. DIMITRIU-VÂLCEA : A new method concerning the thermal stability of dwellings and socio-cultural facilities in a discontinuous heating system (district heating).

We are acquainted with a new method to determine the thermal stability of rooms during the nocturnal breaks of the heating supply in dwellings and socio-cultural facilities heated discontinuosly by means of thermal power stations using the overall heat balance equation.

The method permits to establish the thermal characteristics of the external structural elements and the duration of interruption time to ensure, during the heat supply breaks, comfortable inner conditions, defined by limiting the fall of the inside temperature to an allowable value.

A. STEFĂNESCU : Contributions and considerations concerning the calculation theory of hydraulic supply plants

The author exposes some detail aspects concerning the elements that have to be considered in the calculation of a hydro supply plant.

Starting from a series of known data and relying on relations of his own, the author elaborates the calculation formulae for a more economical sizing of the tanks for the house water supply plants. The article discusses the specifications in force in Romania, taking into account the characteristics of the pressure apparatuses made in Romania.

SOMMAIRE

A. MIHUL, ST. CICHI, C. AVRAM, V. STANCIU, V. STĂNESCU : Escalier hélicoidal développé en projection horizontale d'après la spirale d'Archimède

On présente la conception, le calcul statique et les détails constructifs pour un éscalier de 24 m de longueur et l'axe en forme d'hélice placé sur un paraboloïde de révolution avec le développement projeté en plan d'après la spirale d'Archimède.

On présente les variations des solicitations des sections M_n, M_b, M_t, N, T_n et T_b pour 11 variantes d'appui de l'éscalier.

Sur la base de l'analyse des sollicitations et des conditions concrètes d'appui qui peuvent être réalisées, on adopte la solution de l'encastrement des bouts de l'éscalier, comme la plus économique.

ST. BĂLAN, V. PETCU : Le calcul des poutres en acier statiquement nondéterminées, dans le domaine plastique, basé sur la conception de la densité mécanique

L'ouvrage présente une méthode de calcul pour les poutres continues en métal, en considérant les déformations plastiques et en évitant toutefois la plastification des éléments dans le stade de l'exploitation de la construction.

De cette manière on peut obtenir des économies en métal quand on calcule des constructions et on peut éviter les désagréments provoqués par l'écoulement lent des aciers dans certaines sections, par solicitations pendant l'exploitation.

M. IEREMIA: Voilement élastique des dalles planes découpées dans des couronnes circulaires

On étudie le probleme du voilement d'une dalle plane découpée dans une couronne circulaire à une portée angulaire quelconque et simplement appuyée sur le pourtour.

Le problème s'avère intéressant du point de vue du comportement à la stabilité des âmes d'angles des cadres métalliques à section composée en I et à liaison courbe poutre-montant

On étudie l'état de tension plane, en considérant la théorie de rigidité en coordonnées polaires. Le cas général est détaillé pour la sollicitation ponctuelle symétrique.

On établit le critère pour la recherche du point de bifurcation de l'équilibre élastique et on calcule le paramètre critique pour la dalle, en employant le procédé énergétique.

Enfin, on établit les facteurs qui pourraient influencer le coefficient de voilement.

E. DIMITRIU-VÂLCEA : Une nouvelle méthode concernant la stabilité thermique des logements et batiments socio-culturels chauffés en régime discontinu (par centrale thérmique)

L'auteur présente une nouvelle méthode à determiner la stabilité thermique des logements et bâtiments socio-culturels branchés au chauffage urbain, pendant la nuit, quand celui-ci est coupé, en employant l'équation du bilan global de chaleur.

La méthode permet d'établir les caractéristiques thermiques des éléments structuraux extérieurs et la durée de l'interruption, pour assurer pendant l'arrêt du chauffage les conditions de confort intérieur, définies par la limitation de la baisse de la température à l'intérieur jusqu'à une valeur admissible.

A.STEFĂNESCU : Contributions et observations concernant la théorie du calcul du hydro-surpresseur

L'auteur expose quelques aspects de détail concernant les éléments à prendre en considération dans le calcul des installations d'aduction d'eau pour maisons (hydro-surpresseur).

En partant d'une série de données rencontrées dans la litérature de spécialité et en s'appuyant sur son expérience et ses propres calculs, l'auteur établit les formules de calcul pour un dimensionnement plus économique des récipients de hydro-surpresseur. L'article interprète les prescriptions en vigueur en Roumanie, compte tenu des caractéristiques des pressostats fabriqués en Roumanie.

INHALT

A. MIHUL, ST. CICHI, C. AVRAM, V. STANCIU, V. STĂNESCU : Eine in waagerechter Projektion, nach der Spirale von Archimedes abgewickelte Wendeltreppe

Es werden die Konzeption, die statischen Berechnungen und die baulichen Einzelheiten für eine 24 m lange Treppe mit spiralförmiger Achse dargestellt, welche auf einem Revolutions paraboloid gelegen ist und deren Projektion in der Ebene nach Archimedes' Spirale abgewickelt ist.

Die Veränderungen der Querschnittsbeanspruchungen M_n M_b, M_t, N, T_n und T_b werden für 11 Treppenstützungsvarianten aufgezeigt. Auf Grund der Überprüfung dieser Varianten als auch der praktisch durchführbaren Stützungsbedingungen, wird die Lösung der Treppenendeneinspannung als die wirtschaftlichste angenommen.

ST. BĂLAN, V. PETCU : Die Berechnung der statisch unbestimmten Stahlträger im plastischen Bereich, auf Grund der Annahme der mechanischen Dichte

Der Beitrag gibt eine Berechnungsmethode für durchgehende Stahlträger, unter Berücksichtigung der plastischen Verformungen an, wobei gleichzeitig die Annahme von plastischen Eigenschaften im Betrieb des Bauwerkes vermieden werden. Auf diese Weise können Metalleinsparungen bei der Bemessung der Bauwerke erzielt werden und die Unzulänglichkeiten vermieden werden, welche als Folge des Fliessbeginns des Stahles in bestimmten Querschnitten unter den Betriebsbeanspruchungen hervorgerufen werden können.

M. IEREMIA : Die elastische Beulung der ebenen Kreisringausschnittplatte

Im Artikel wird die Frage der Beulung einer ebenen Kreisringausschr ittplatte mit einer beliebigen Winkelöffnung, welche am gesamten Kontur frei drehbar gelagert ist, behandelt.

Diese Frage bietet vom Standpunkt des Stabilitätsverhaltens der Stege der metallischen Rahmenecken mit gegliedertem Querschnitt der Type I und der gewölbten Verbindung zwischen Riegel und Säule, Interesse.

Der ebene Spannungszustand in Polarkoordinaten wird mit Rücksicht auf die Scheibentheorie betrachtet. Der allgemeine Fall wird für die punktsymmetrische Belastung dargestellt.

Es wird das Kriterium für die Bestimmung des Verzweigungs punktes des elastischen Gleichgewichtes festgelegt und der kritische Parameter für die Platte, unter Anwendung des Energieverfahrens, berechnet.

Zum Schluss werden die Faktoren welche des Beulungswert beeinflussen können, festgelegt.

E. DIMITRIU-VÂLCEA : Ein neues Verfahren zur Bestimmung der wärmetechnischen Stabilität der Räume in Wohn- und sozio-kulturellen Bauten mit diskontinuierlichem Heizprogramm (Heizen mit eigenen Heizanlagen)

Der Autor befasst sich mit einem neuen Verfahren zur Bestimmung der wärmetechnischen Stabilität der Räume in Wohn- und sozio-kulturellen Bauten mit eigenen Heizanlagen vorgesehen; der Einfluss der nächtlichen Unterbrechungen im Falle eines diskontinuierlichem Betriebs wird berücksichtigt unter Anwendung einer Gleichung die den gesamten Wärmehaushalt angibt.

Dieses Verfahren ermöglicht die wärmetechnischen Eigenschaften der an der Aussenseite gelegenen Bauteile zu bestimmen und ebenfalls diejenige Unterbrechungsdauer festzusetzen die zulässig um dennoch die innere Behaglichkeit zu wahren; letztere wird angegeben durch die zulässige Abnahme der Innentemperatur der Räume.

A. STEFĂNESCU : Beiträge und Beobachtungen bezüglich der Theorie der Berechnung des Wasserdruckkessels

Der Verfasser zeigt einige Einzelheiten bezüglich der Angaben welche bei der Berechnung der Wasserdruckkessel-Einrichtungen in Betracht gezogen werden müssen.

Ausgehend von einer Reihe von Angaben der Fachliteratur, legt der Verfasser auf Grund von eigenen Beziehungen die einer wirtschaftlicheren Bemessung der Wasserdruckbehälter dienenden Berechnungsformeln fest. Im Beitrag werde die in Rumänien bestehenden Vorschriften, unter Berücksichtigung der Merkmale der im Lande hergestellten Presostaten, erläutert.

СОДЕРЖАНИЕ

А. МИХУЛ, ШТ. ЧИКИ, К. АВРАМ, В. СТАНЧЮ, В СТЭНЕСКУ: Геликоидальная лестница, развернутая по спирали Архимеда в горизонтальной проекции

Описывается как задумана и статически рассчитана — а также даны строительные детали — лестница, с винтообразной осью, расположенной на вращающемся параболоиде, длиной в 24,0 м, развернутая на горизонтальной плоскости, по спирали Архимеда.

Представлены изменения в сечениях усилий $M_н$, $M_ъ$, $M_т$, H, $T_н$ и $T_Б$ в 11-ти вариантах опирания лестницы. Анализируя варианты и конкретные условия опирания, которые могут быть осуществлены, принимается наиболее экономичное решение защемления концов лестницы.

ШТ. БЭЛАН, В. ПЕТРУ: Расчет в пластической области статически неопределенных стальных балок, основываясь на понятии механической плотности

В работе описан метод расчета неразрезных металлических балок с учетом пластических деформаций и одновременным избежанием пластицизации элементов в стадии эксплуатации конструкции. Таким образом возможно получить экономию металла при назначении размеров конструкций и можно избежать неблагоприятные явления, которые могут возникнуть в некоторых сечениях при вступлении стали—под эксплуатационными нагрузками — в зону текучести.

М. ИЕРЕМИЯ: Потеря устойчивости плоских плит в виде циркульных венцов

В статье изучается проблема потери устойчивости плоской плиты вырезанной из циркульного венца с произвольным центральным углом, свободно опертой по всему контуру.

Эта проблема интересует нас с точки зрения поведения устойчивости стенок углов металлических рам, состоящих из составных двутавров и, с криволинейным сопряжением ригеля, с колонной.

Изучается в плоскостных координатах состояние плоскостного напряжения, принимая в расчёт теорию шайбы. Общий случай уточняется для симметрично точечных нагрузок.

Определяется критерий для нахождения точки разветвления упругого равновесия и, применяя энергетический способ, производится расчёт критического параметра плиты.

В заключение определяются факторы, которые могут влиять на коэффициент волнистости.

Е. ДИМИТРИУ-ВЫЛЧА: Новый метод обеспечения тепловой устойчивости помещений в жилых и социально-культурных зданиях, отапливаемых перерывно (отопление при помощи теплоцентралей)

Автор предлагает новый метод определения тепловой устойчивости помещений во время ночного перерыва отопления гражданских зданий, используя для этого уравнение общего баланса тепла.

Метод позволяет определять тепловую характеристику внешних строительных элементов и продолжительность перерыва, обеспечивающие условия внутреннего комфорта, определяемого ограничением падения внутренней температуры до допустимого значения.

А. ШТЕФЭНЕСКУ: Замечания и личный вклад, касающиеся теории расчёта домовых водоподъёмников

Автор описывает некоторые детальные аспекты, касающиеся элементов, которые необходимо учитывать при расчёте домовых водоподъёмников.

Основываясь на ряде литературных данных и на некоторых лично выведенных уравнениях, автор определяет расчётные формулы для более экономного назначения размеров сосудов домовых водоподъёмников. В статье интерпретируются действующие в Румынии нормы и учитываются характеристики прерывателей давления изготовляемых в Румынии.

Scară elicoidală desfășurată în proiecție orizontală după spirala lui Arhimede

Conf. ing. **A. MIHUL** în colaborare cu ing. **ŞT. CICHI,**
Inst. politehnic Iaşi
ing. **C. AVRAM,**
ing. **V. STANCIU**
şi ing. **V. STĂNESCU**
Institutul de proiectări județean Bacău

Legat de amplasarea clădirii din piața agroalimentară a municipiului Gh. Gheorghiu-Dej (fig. 1) a apărut necesitatea dezvoltării construcției pe două niveluri. Pentru accesul la etaj, în afara rampelor acoperite, dispuse în exteriorul clădirii, din considerente funcționale şi arhitecturale, în zona centrală a construcției s-a prevăzut o scară (fig. 2) cu axa în formă de elice, situată pe un paraboloid de rotație față de axa OZ, de ecuație $x^2 + y^2 = (2\ a\ \text{ctg}\ \alpha)\ z$, desfăşurată în proiecție orizontală după spirala lui Arhimede. Pentru asigurarea pantei necesare, care a fost stabilită de circa 17% în vederea accesului mai comod, lungimea scării a rezultat de 24 m, avînd o deschidere transversală de 10 m şi o înălțime de 4,05 m (fig. 3). Lățimea scării s-a adoptat de 2,40 m. Scara a fost concepută sub forma unei plăci cu grosime constantă în zona centrală şi variabilă la capete.

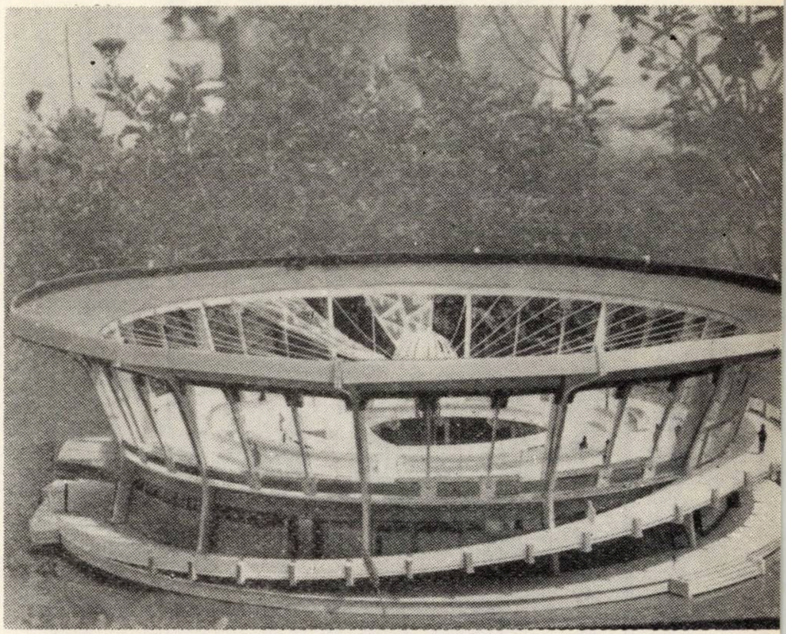
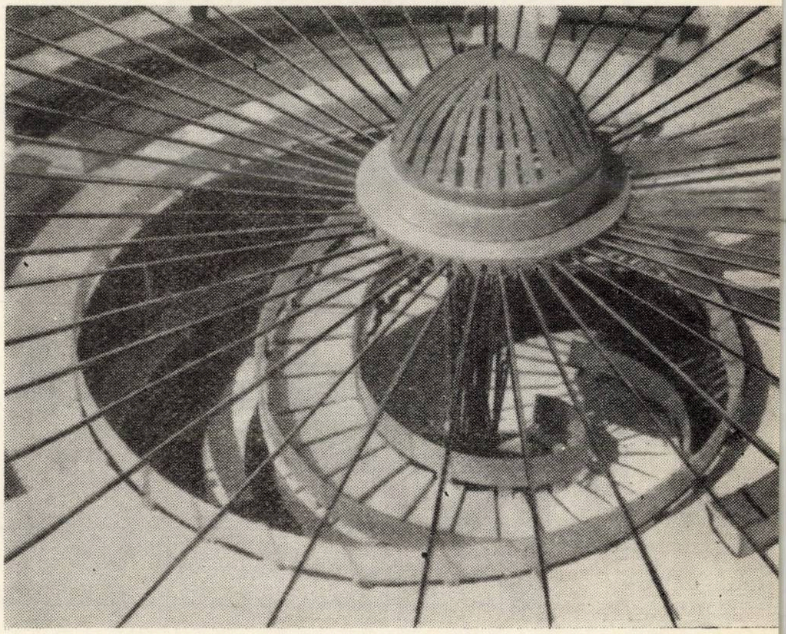


Fig. 1 — Aspectul pieței proiectate în municipiul Gheorghe Gheorghiu-Dej (machetă)

Fig. 2 — Desfăşurarea scării (machetă)



1. CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA CALCULULUI SCĂRII

Pentru alegerea unei soluții avantajoase s-au studiat 11 variante de rezemare, determinîndu-se M_n, M_b, M_t, N, T_b, T_n în nouă secțiuni ale scării (fig. 4 *a*). Pentru determinarea solicitărilor secționale, s-a utilizat metoda forțelor, sistemul fiind considerat de şase ori static nedeterminat pentru cazul în care cele două capete sînt încastrate. Ca sistem de bază, s-a ales sistemul elicoidal cu axa (situată pe un paraboloid de rotație) desfăşurată în plan orizontal după spirala lui Arhimede, încastrată la partea inferioară şi liberă la partea superioară. S-a aplicat calculul matricial în ipoteza de grindă.

Înmulțirea diagramelor, precum şi rezolvarea ecuațiilor s-au efectuat cu maşina electronică de tip Olivetti Programma 101, pe baza programelor elaborate în cadrul I.P.J. Bacău.

Rezultatele obținute sînt prezentate în tabela 1. Sarcina la care au fost calculate solicitările secționale este de 1900 kgf/m².

În baza analizei rezultatelor, s-a ales ca soluție definitivă scara încastrată la cele două capete.

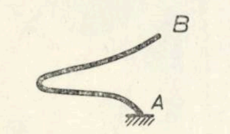
Dimensionarea scării a fost făcută ca pentru o grindă cu lățimea constantă, avînd o grosime de 45 cm în zona centrală cuprinsă între secțiunile 3 și 6 (fig. 4) și variabilă în rest. În zona din vecinătatea reazemelor, grosimea plăcii crește pînă la 95 cm, pentru partea inferioară (în dreptul încastrării în fundație), și pînă la 75 cm, pentru partea superioară (în dreptul încastrării la nivelul planșeului).

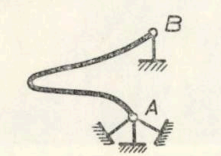
Secțiunile de armătură s-au determinat la încovoiere oblică cu torsiune. Detaliile sînt date în fig. 4 *b*.

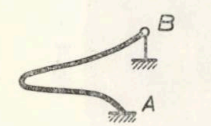
TABELA 1

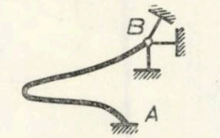
VALORILE SOLICITĂRILOR SECȚIONALE

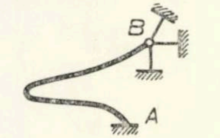
	VARIANTA I.						VARIANTA II.						VARIANTA III.						VARIANTA IV.						VARIANTA V.						VARIANTA VI.					
Sect.	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N	Mt	Mn	Mb	Tb	Tn	N	Mt	Mn	Mb	Tb	Tn	N	Mt	Mn	Mb	Tb	Tn	N	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N
A	255	131	-49	-109	0	-19	0	86	0	-220	0	-38	325	142	-59	-80	0	-13	210	-88	-63	-70	-35	2	118	125	-48	-55	-23	2	184	149	61	-59	-13	24
1	342	108	-62	-99	0	-17	214	486	-39	-212	0	-27	380	2	-69	-70	0	-12	249	20	-148	-55	-35	-25	166	45	-110	-41	-14	-15	78	-121	22	-46	4	6
2	398	25	-72	-88	0	-16	664	611	-186	-196	0	-34	323	438	-68	-58	0	10	226	117	-201	-41	-13	-43	174	-33	-136	-1	-12	-28	5	-62	-48	-29	-33	-19
3	375	-80	-68	-76	0	-13	1077	-392	-193	-184	0	-33	181	-210	-33	-46	0	-8	118	-164	185	-29	16	-40	104	-118	-160	-3	8	-25	-39	-5	-115	139	-13	-36
4	285	-149	-51	-63	0	-11	1384	-50	-219	-171	0	-30	24	-177	-4	-33	0	-4	-6	-158	-78	-68	35	-16	4	-192	-85	-4	23	-12	-14	-25	-107	-1	15	-30
5	163	-154	-29	-49	0	-9	1014	-463	-183	-157	0	-27	-74	-69	13	-19	0	-3	-96	-68	53	-11	34	15	-100	-112	15	6	25	9	26	-1	-26	9	34	-11
6	59	-101	-11	-33	0	-6	575	-601	-103	-141	0	-25	-85	39	15	-4	0	1	-103	47	139	2	12	35	-194	-40	95	6	12	27	-19	-36	99	20	33	19
7	-9	-31	-2	-17	0	-3	163	-405	-30	-125	0	-22	-35	72	6	13	0	2	-42	93	116	18	-17	37	-178	18	99	19	-8	31	-62	-76	184	32	2	40
8	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	19	0	-106	0	0	0	9	0	53	0	0	0	39	-35	19	173	14	-31	54	-1	21	-144	-134	196	50	-16	42

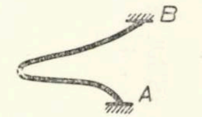




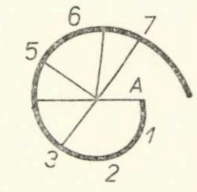


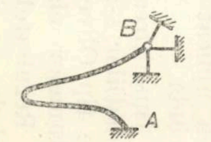


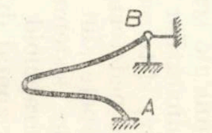


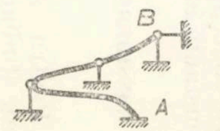


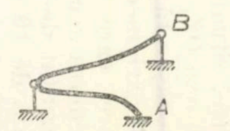
	VARIANTA VII.						VARIANTA VIII.						VARIANTA IX.						VARIANTA X.						VARIANTA XI.					
Sect.	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N	Mt	Mn	Mb	Tb	Tn	N	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N	Mt	Mn	Mb	Tn	Tb	N
A	-73	52	-5	-15	-24	8	220	-68	-52	-53	-28	-1	-73	-106	11	4	-16	3	-34	85	4	-14	0	-3	-39	-105	5	3	0	03
1	-13	-70	-82	-2	-24	-11	135	-119	-95	-39	-26	-22	-140	-34	-31	-16	-13	-7	40	106	-32	-4	0	-1	-113	-51	-4	12	0	2
2	-59	61	-123	10	-10	-22	36	-121	-119	-27	-7	-33	-139	21	-20	27	-2	-12	103	44	-18	7	0	1	128	11	23	23	0	4
3	60	-55	-128	22	10	-20	-47	-77	-94	-15	15	-28	-116	39	-21	38	10	-6	93	-73	-21	17	0	3	-120	32	30	34	0	6
4	-25	-111	-54	32	24	-4	-81	-4	-22	-5	28	-8	-129	-3	18	49	16	7	6	-184	1	30	0	5	-91	-4	-17	47	0	8
5	-112	-22	41	-10	23	9	-40	55	63	4	25	16	-51	68	60	7	12	12	-101	-60	19	-16	0	-3	-49	-92	13	3	0	3
6	-109	59	100	3	9	25	-7	53	111	18	6	32	-11	64	75	21	2	20	-101	55	20	03	0	-0,1	-2	63	0	18	0	3
7	44	97	79	19	-11	27	8	-29	90	35	-16	31	8	-30	55	38	-10	19	-40	74	7	16	0	3	13	-41	-3	34	0	6
8	0	0	0	39	-24	15	0	0	0	4	-28	7	0	0	0	2	-15	2	0	0	0	33	0	6	0	0	0	-3	0	-0,5

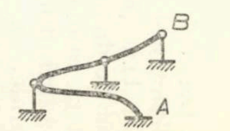












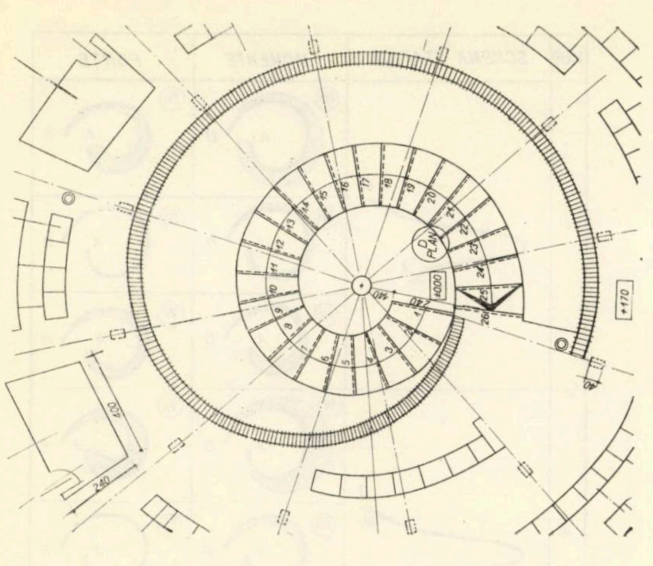


Fig. 3 – Desfăşurarea scării în plan

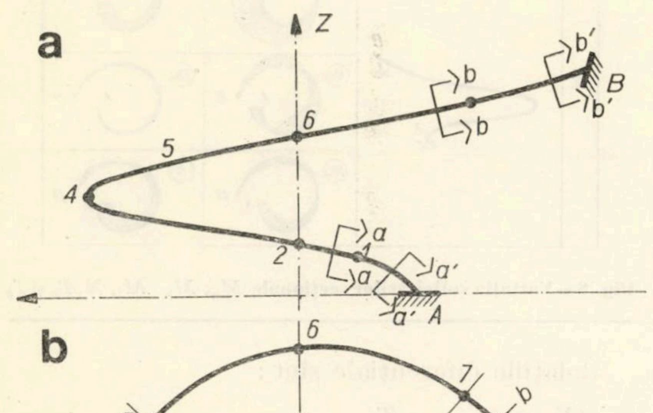


Fig. 4 – Detalii de armare. Elemente geometrice

2. CALCULUL STATIC

2.1. Elemente geometrice generale ale curbei axei scării :

— *Ecuaţia elicei* (fig. 5) :

$$\rho = a\ \varphi$$

$$x = \rho \cos \varphi = a\ \varphi \cos \varphi$$

$$y = \rho \sin \varphi = a\ \varphi \sin \varphi$$

$$z = \frac{a\varphi^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}$$

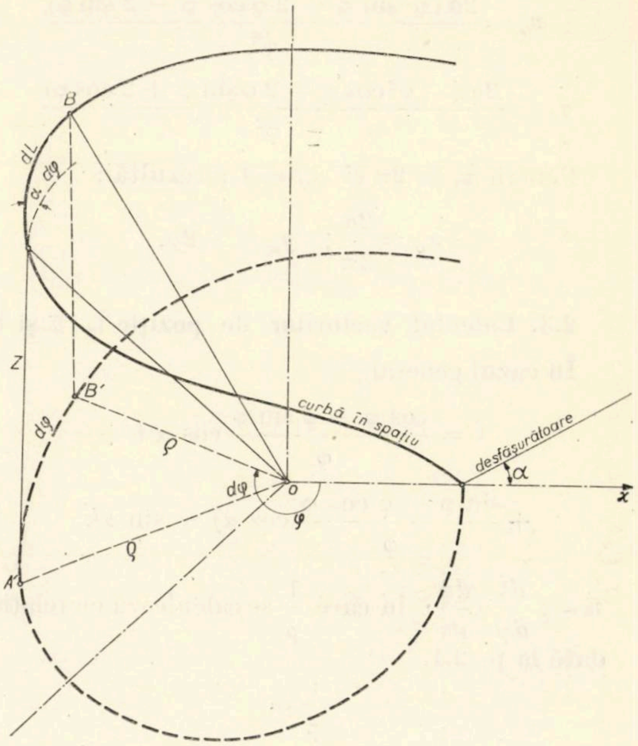


Fig. 5 – Elicea de ecuaţie $x^2 + y^2 = 2\ (a + \operatorname{ctg}\ \alpha)\ z$

z rezultă din:

$$\frac{dz}{d\varphi} = \rho \operatorname{tg} \alpha$$

$$dz = \rho \operatorname{tg} \alpha d\varphi = a\ \varphi \operatorname{tg} \alpha d\varphi$$

$$z = \int a \operatorname{tg} \alpha \varphi d\varphi = a \operatorname{tg}\alpha \frac{\varphi^2}{2} = \frac{a\varphi^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}$$

— *Curbura*

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\sqrt{(y'z''-z'y'')^2+(z'x''-x'z'')^2+(x'y''-y'x'')^2}}{(x'^2+y'^2+z'^2)^{3/2}}$$

— *Torsiunea*

$$\frac{1}{\rho t} = \frac{\begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \\ x''' & y''' & z''' \end{vmatrix}}{(y'z''-z'y'')^2+(z'x''-x'z'')^2+(x'y''-y'x'')^2}$$

— *Lungimea curbei*

$$L = \frac{a}{2}\left(\varphi\sqrt{\varphi^2+1} + \operatorname{arc\ sh} \varphi\right)$$

2.2. Determinarea poziției centrului de greutate al unui segment de curbă

Aplicînd relațiile generale

$$x_G = \frac{\int_{l_1}^{l_2} x\,ds}{\int_1^{l_2} ds}; \qquad y_G = \frac{\int_{l_1}^{l_2} y\,ds}{\int_{l_1}^{l_2} ds}$$

În urma efectuării integralelor rezultă :

$$x_G = \frac{2a\,(\varphi^2 \sin\varphi + 2\,\varphi \cos\varphi - 2 \sin\varphi)}{\varphi^2}$$

$$y_G = \frac{2a\,(-\,\varphi^2 \cos\varphi + 2\,\varphi \sin\varphi + 2 \cos\varphi)}{\varphi^2}$$

Pentru $\varphi_1 = 2\pi$ și $\varphi_2 = 4\,\pi$ rezultă :

$$x_G = \frac{2a}{3\pi}; \quad y_G = -2a.$$

2.3. Calculul vectorilor de poziție $\bar{t}$, $\bar{n}$ și $\bar{b}$

În cazul general

$$\bar{t} = \frac{\cos\varphi - \varphi \sin\varphi}{\varphi} \cos\alpha\,\bar{i} +$$

$$+ \frac{\sin\varphi + \varphi \cos\varphi}{\varphi} \cos\alpha\bar{j} + \sin\alpha\bar{k}$$

$\bar{n} = \rho\,\dfrac{d\bar{t}}{d\varphi} \cdot \dfrac{d\varphi}{ds}$, în care $\dfrac{1}{\rho}$ se calculează cu relația dată la p. 2.1.

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\sqrt{(y'z''-z'y'')^2+(z'x''-x'z'')^2+(x'y''-y'x'')^2}}{(x'^2+y'^2-z'^2)^{3/2}}$$

$$b = \bar{t} \cdot \bar{n}$$

Aceste expresii au fost determinate în nouă secțiuni de calcul pentru :

$$\varphi = 360^\circ,\ 405^\circ,\ 450^\circ ...,\ 720^\circ$$

cu mașina electronică de calcul Olivetti Programma 101.

2.4. Valorile elementelor geometrice de calcul :

$a = 0{,}4$; $\quad \varphi_0 = 2\,\pi$

$L = 23{,}58$; $\quad \mathrm{tg}\ \alpha = 0{,}175$; $\quad \alpha = 9°54'$

$x_A = 2{,}513$ m ; $\quad x_B = 5{,}026$ m ; $\quad z_B = 4{,}05$ m

2.5. Determinarea solicitărilor

După cum s-a arătat, solicitările M_n, M_b, M_t, N, T_n și T_b s-au determinat folosind metoda forțelor pentru care sistemul de bază a fost schema pentru scara elicoidală, încastrată în fundație și liberă la partea superioară.

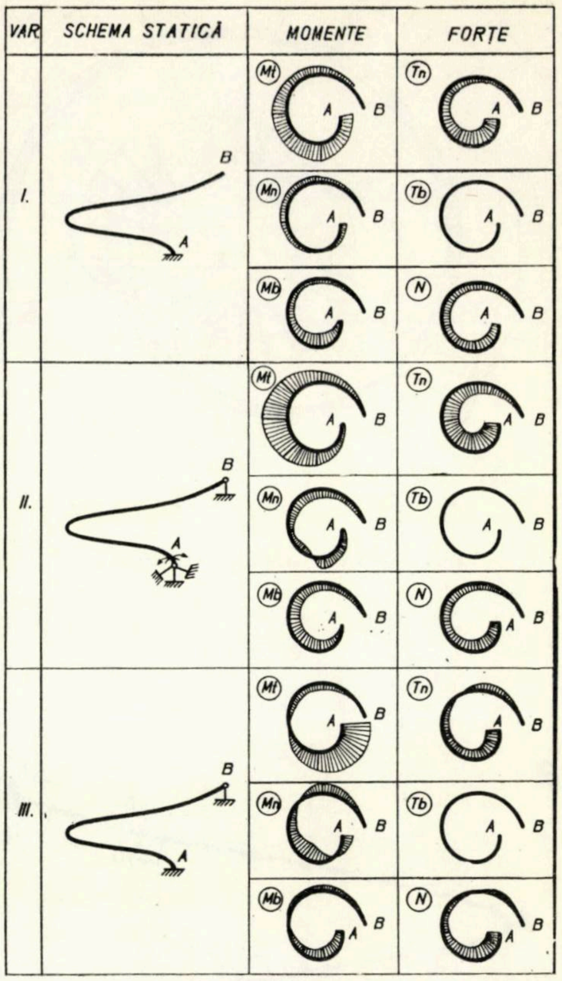


Fig. 6 – Variația solicitărilor secționale M_n, M_b, M_t, N, T_n și T_b

Relațiile diferențiale sînt :

$$\frac{dN}{ds} = -\,p_t + \frac{T_b}{\rho}$$

$$\frac{dT_b}{ds} = -\,p_n - \frac{M_b}{\rho} + \frac{T_n}{\rho_t}$$

$$\frac{dT_n}{ds} = -\,p_o - \frac{T_b}{\rho_t}$$

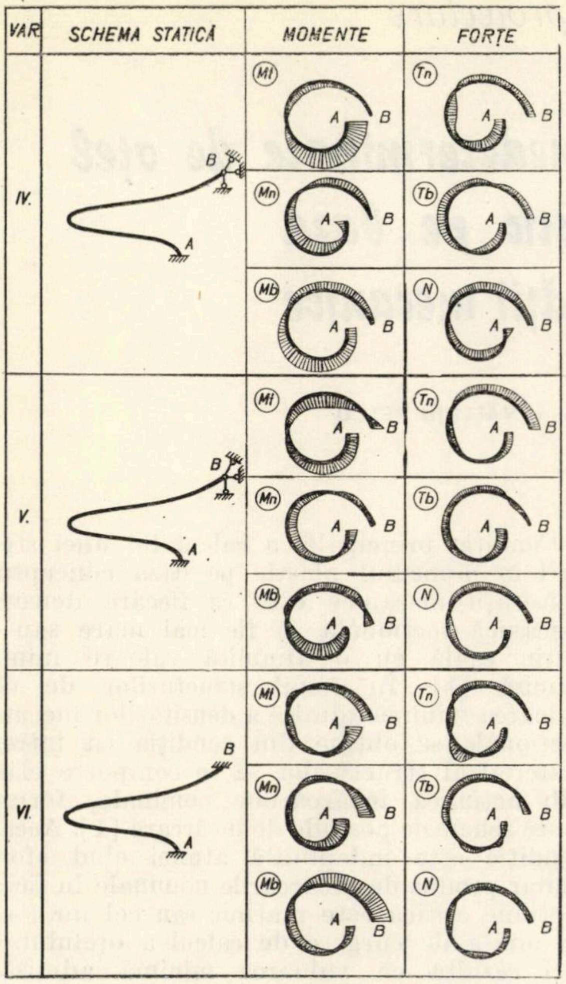
$$\frac{dM_t}{ds} = \frac{M_n}{\rho}$$

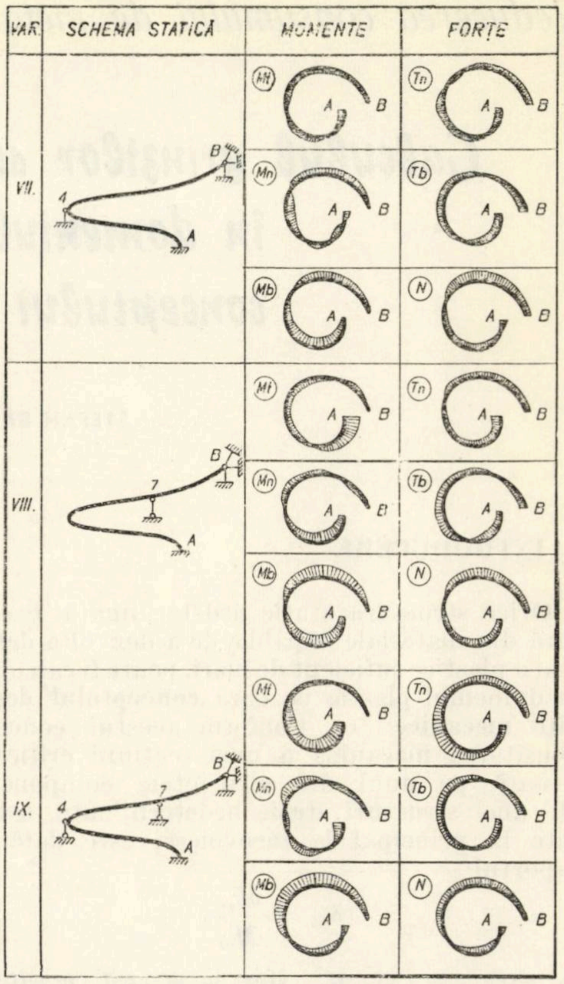
$$\frac{dM_n}{ds} = -\,T_n - \frac{M_t}{\rho} + \frac{M_b}{\rho_t}$$

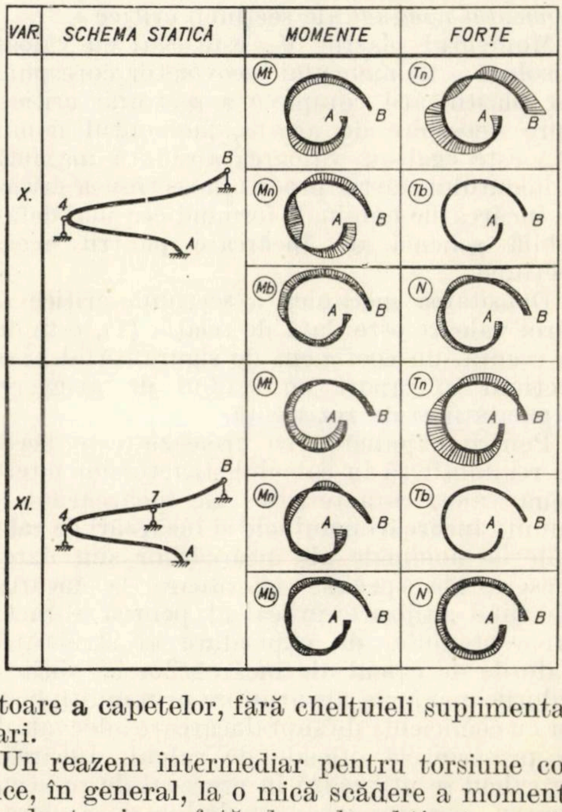
$$\frac{dM_b}{ds} = T_b - \frac{M_n}{\rho_t}$$

Determinarea reacțiunilor s-a făcut prin metoda vectorială, utilizînd vectorii de poziție $\bar{t}$, $\bar{n}$ și $\bar{b}$, a căror determinare este dată la p. 2.3.

Pentru fiecare din cele 11 variante, reacțiunile s-au determinat cu ajutorul metodei forțelor, rezolvînd sistemul cu cîte 2, 3, 4, 5 și 6 ecuații. Rezultatele sînt date în tabela 1 și graficele din fig. 6.







Calculul vectorial al solicitărilor secționale într-o secțiune oarecare m s-a făcut utilizînd torsorii $\bar{R}$ și $\bar{M}$, stabiliți cu relațiile :

$$\bar{R} = \Sigma \bar{F}_i \; ; \quad \bar{R} = N\bar{t} + T_b\bar{n} + T_n\bar{b}$$
$$\bar{M} = \Sigma \bar{a}_i\bar{F}_i \; ; \bar{M} = M_t\bar{t} - M_n\bar{n} - M_b\bar{b}$$

Variația solicitărilor secționale M_n, M_b, M_t, N, T_n și T_b sînt prezentate, pentru 11 variante, în fig. 6.

3. CONCLUZII

— Scările de tip elicoidal cu axa desfășurată în plan în forma spiralei lui Arhimede reprezintă forme arhitecturale deosebit de frumoase, ele putînd fi util folosite în zonele centrale ale unor încăperi, cum sînt holurile, piețele, expozițiile, halele cu diverse funcțiuni etc. Scara proiectată pentru piața municipiului Gh. Gheorghiu-Dej este prima de acest gen din țara noastră.

— Soluția adoptată pentru scara centrală a pieții s-a ales dublu încastrată, care a rezultat cea mai economică. Prin acest mod de rezemare rezultă eforturi mici în cîmp, însă este necesar a se lua măsuri suplimentare pentru asigurarea încastrării ; totodată este necesar a se dispune de reazeme care să permită încastrarea corespunzătoare a capetelor, fără cheltuieli suplimentare mari.

Un reazem intermediar pentru torsiune conduce, în general, la o mică scădere a momentelor de torsiune față de cele obținute pentru schema fără acest reazem intermediar.

Calculul grinzilor static nedeterminate de oţel în domeniul plastic pe baza conceptului densităţii mecanice

Acad. **ŞTEFAN BĂLAN** şi Dr. ing. **VALERIU PETCU**

1. INTRODUCERE

Orice structură static nedeterminată, executată din materiale capabile de a dezvolta deformaţii plastice suficient de mari, poate fi calculată în domeniul plastic pe baza **conceptului densităţii mecanice** [1]. Conform acestui concept, densitatea mecanică a unei secţiuni critice i, situată pe unul din elementele componente ale unei structuri static nedeterminate, solicitate în principal la încovoiere, este dată de raportul

$$\delta_{pi} = \frac{M_{pi}}{M_{ni}}, \qquad (1)$$

în care M_{pi} şi M_{ni} sînt *momentul plastic* şi *momentul nominal* ale secţiunii critice i.

Momentul plastic M_{pi} este egal cu valoarea absolută a momentului încovoietor corespunzător plastificării complete a secţiunii critice i. Spre deosebire de acesta, momentul nominal M_{ni} este egal cu valoarea absolută maximă a momentului elastic produs în secţiunea critică i de încărcările nominale formînd cea mai defavorabilă schemă de încărcare pentru această secţiune.

Densitatea mecanică a secţiunii critice i, a cărei valoare este dată de relaţia (1), este deci, în esenţă, un coeficient de siguranţă al acestei secţiuni în raport cu stadiul de atingere a capacităţii ei de rezistenţă.

Pentru expunerea ce urmează este necesar de reamintit că în calculul structurilor intervin două valori caracteristice ale încărcărilor, denumite **încărcări nominale** şi **încărcări de calcul**. Valorile nominale ale încărcărilor sînt date în prescripţiile speciale referitoare la încărcări, ele fiind utilizate în calcul pentru caracterizarea stadiului de exploatare al structurilor. Valorile de calcul ale încărcărilor se obţin din valorile nominale ale acestora prin multiplicarea lor cu coeficienţi de supraîncărcare adecvaţi,daţi în prescripţiile oficiale de calcul. Încărcările de calcul se utilizează în procesul de proiectare pentru caracterizarea stadiului de cedare al structurilor.

Condiţia principală a calculului unei structuri în domeniul plastic pe baza conceptului densităţii mecanice este ca fiecare densitate mecanică secţională să fie mai mare sau cel puţin egală cu o anumită valoare minimă admisă [1]. În cazul structurilor de oţel, valoarea minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale se obţine din condiţia ca întregul material al structurilor să se comporte elastic sub acţiunea încărcărilor nominale, formînd toate schemele posibile de încărcare [1]. Această condiţie este îndeplinită atunci cînd efortul unitar produs de încărcările nominale în fiecare secţiune critică este mai mic sau cel mult egal cu limita de curgere de calcul a oţelului. De aici rezultă că valoarea minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale, δ_m, este egală cu valoarea cea mai mare a rapoartelor dintre modulii de rezistenţă plastici şi modulii de rezistenţă elastici ai secţiunilor critice, sau, cu alte cuvinte, cu valoarea cea mai mare a coeficienţilor de formă ai secţiunilor critice [1]. Valoarea maximă a coeficienţilor de formă ai secţiunilor în formă de I, II sau][încovoiate în jurul axei principale în raport cu care momentul de inerţie este maxim, este 1,20 [2]. În consecinţă, densitatea mecanică secţională minimă admisă este

$$\delta_m = 1{,}20 \qquad (2)$$

Consideraţiile făcute mai sus stau la baza unei noi metode de calcul în domeniul plastic, bazată pe conceptul densităţii mecanice, denumită *metoda densităţilor mecanice*. Aplicarea acestei metode constă în efectuarea unei succesiuni de operaţii, în care :

— se determină momentele plastice în secţiunile critice ale structurii, în ipoteza formării unuia sau, simultan, a mai multor mecanisme pentru fiecare schemă de încărcare formată de încărcările permanente şi temporare de calcul ;

— se stabilesc valorile momentelor nominale în toate secţiunile critice ale structurii ;

— se calculează valorile densităţilor mecanice corespunzătoare tuturor secţiunilor critice

ale structurii, folosindu-se în acest scop relația (1);

— se modifică valorile momentelor plastice în secțiunile critice în care această operație apare necesară, astfel încît toate densitățile mecanice secționale să fie mai mari sau cel puțin egale cu valoarea minimă admisă;

— se dimensionează elementele structurii pe baza momentelor plastice astfel corectate;

— se modifică dimensiunile elementelor componente, dacă este necesar, astfel încît să nu apară fenomene de instabilitate locală sau generală a echilibrului sub acțiunea încărcărilor de calcul, iar deformațiile produse de încărcările nominale să fie mai mici decît valorile maxime admise.

În cele ce urmează se aplică metoda densităților mecanice pentru determinarea momentelor plastice în secțiunile critice ale grinzilor continue de oțel de secțiune constantă, rezultatele obținute fiind prezentate sub formă de tabele.

2. NOTAȚII

În cadrul acestei lucrări se folosesc următoarele notații:

G_n, G_c — valoarea nominală și valoarea de calcul ale încărcării permanente de referință, aplicate concentrat ($G_c = \lambda_c G_n$);

H_n — raportul dintre valoarea nominală a încărcării temporare de referință și valoarea nominală a încărcării permanente de referință $\left(H_n = \frac{P_n}{G_n}\right)$;

M_{ei} — momentul elastic maxim (în valoare absolută) în secțiunea critică i, produs de încărcările permanente și temporare de calcul;

M_p — valoarea comună a momentelor plastice în secțiunile critice ale grinzilor continue de secțiune constantă;

M_{pi} — momentul plastic al secțiunii critice i;

M_{ni} — momentul nominal al secțiunii critice i;

P_n, P_c — valoarea nominală și valoarea de calcul ale încărcării temporare de referință, aplicate concentrat ($P_c = \mu_c P_n$);

W_e — modulul de rezistență elastic al secțiunilor critice la grinzile continue cu secțiunea constantă;

W_p — modulul de rezistență plastic al secțiunilor critice la grinzile continue cu secțiunea constantă, dimensionate în domeniul plastic;

W_p^e — modulul de rezistență plastic al secțiunilor critice la grinzile continue cu secțiunea constantă, dimensionate în domeniul elastic;

W_p^s — modulul de rezistență plastic al secțiunilor critice la grinzile continue cu secțiunea constantă, dimensionate în domeniul plastic pe baza teoriei plastice simple;

W_p^δ — modulul de rezistență plastic al secțiunilor critice la grinzile continue cu secțiunea constantă, dimensionate în domeniul plastic pe baza metodei densităților mecanice;

f — coeficientul de formă al secțiunilor critice;

g_n, g_c — valoarea nominală și valoarea de calcul ale încărcării permanente uniform distribuite pe unitatea de lungime ($g_c = \lambda_c g_n$);

h_n — raportul dintre valoarea nominală a încărcării temporare de referință și valoarea nominală a încărcării permanente de referință $\left(h_n = \frac{p_n}{g_n}\right)$;

l — lungimea deschiderii de referință;

p_n, p_c — valoarea nominală și valoarea de calcul ale încărcării temporare uniform distribuite pe unitatea de lungime ($p_c = \mu_c p_n$);

δ_{pi} — densitatea mecanică a secțiunii critice i;

δ_m — valoarea minimă admisă a densităților mecanice secționale la o grindă static nedeterminată de oțel;

δ_s — valoarea cea mai mică a densităților mecanice secționale la o grindă static nedeterminată de oțel;

γ — raportul dintre deschideri la grinzile continue cu deschideri inegale;

ρ — gradul de încastrare elastică la capetele unei grinzi de oțel cu o singură deschidere ($0 \leqslant \rho \leqslant 1$);

λ_c — coeficientul de supraîncărcare de calcul al încărcărilor permanente;

μ_c — coeficientul de supraîncărcare de calcul al încărcărilor temporare;

σ_c — limita de curgere de calcul a oțelului.

3. GRINZI CU O SINGURĂ DESCHIDERE

Se consideră o grindă de oțel cu o singură deschidere, avînd secțiunea constantă, simplu rezemată la un capăt și încastrată elastic la celălalt capăt. Grinda este solicitată de o încărcare permanentă și de o încărcare temporară, aplicate concentrat în mijlocul deschiderii. Secțiunile critice ale grinzii, notate cu 1 și 2, sînt situate în mijlocul deschiderii și pe reazemul încastrat elastic (fig. 1).

Momentele nominale ale secţiunilor critice au următoarele expresii

$$M_{n1} = \frac{(8 - 3\rho)(1 + H_n) G_n l}{32} \quad (3)$$

şi

$$M'_{n2} = \frac{3\rho(1 + H_n) G'_n l}{16}. \quad (4)$$

Ecuaţia de echilibru corespunzătoare stadiului în care grinda se transformă în mecanism sub acţiunea încărcărilor permanente şi temporare de calcul (fig. 1 *b*, *c*) este

$$M_p + \frac{M_p}{2} = \frac{(\lambda_c + H_n \mu_c) G'_n l}{4}, \quad (5)$$

din care se deduce :

$$M_p = \frac{(\lambda_c + H_n \mu_c) G_n l}{6}, \quad (6)$$

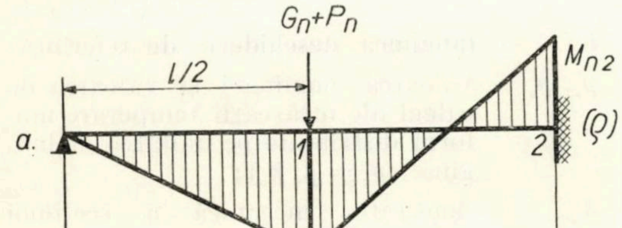


Fig. 1

Considerînd relaţiile (1), (3), (4) şi (6), pentru densităţile mecanice corespunzătoare secţiunilor critice 1 şi 2, se obţin următoarele expresii :

$$\delta_{p1} = \frac{M_p}{M_{n1}} = \frac{16(\lambda_c + H_n \mu_c)}{3(8 - 3\rho)(1 + H_n)} \quad (7)$$

şi

$$\delta_{p2} = \frac{M_p}{M_{p2}} = \frac{8(\lambda_c + H_n \mu_c)}{9\rho(1 + H'_n)}. \quad (8)$$

Cazul I : $\delta_{p1} > \delta_{p2}$, respectiv $\rho > \frac{8}{9}$.

Valoarea cea mai mică a densităţilor mecanice secţionale este deci :

$$\delta_s = \delta_{p2} \quad (9)$$

Dacă $\delta_s > \delta_m$, momentul plastic de calcul este cel dat de relaţia (6), el rezultînd din condiţia transformării în mecanism a grinzii sub acţiunea încărcărilor permanente şi temporare de calcul.

Dacă $\delta_s < \delta_m$, momentul plastic de calcul se determină cu relaţia :

$$M_p = \delta_m M_{n2} = \frac{3\rho\, \delta_m (1 + H_n) G_n l}{16}, \quad (10)$$

care rezultă din condiţia ca densitatea mecanică finală a secţiunii critice 2 să fie egală cu δ_m.

Cazul II : $\delta_{p1} < \delta_{p2}$, respectiv $\rho < \frac{8}{9}$.

Valoarea cea mai mică a densităţilor mecanice este în acest caz :

$$\delta_s = \delta_{p1}. \quad (11)$$

Dacă $\delta_s > \delta_m$, momentul plastic de calcul este cel dat de relaţia (6).

Dacă însă $\delta_s < \delta_m$, momentul plastic de calcul se determină cu relaţia :

$$M_p = \delta_m M_{n1} = \frac{\delta_m (8 - 3\rho)(1 + H_n) G_n l}{32}, \quad (12)$$

care rezultă din condiţia ca densitatea mecanică finală a secţiunii critice 1 să fie egală cu δ_m.

Exemplu de calcul

Pentru grinda examinată mai sus se consideră următoarele date numerice :

$$G_n = 2{,}0 \text{ t} ; \; P_n = 3{,}2 \text{ t} ;$$

$$\sigma_c = 2100 \text{ kgf/cm}^2 ; \; l = 6{,}00 \text{ m} ;$$

$$\lambda_c = 1{,}1 ; \; \mu_c = 1{,}4$$

Valorile limitei de curgere de calcul şi ale coeficienţilor de supraîncărcare de calcul sînt luate din normativul condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită [2], [3].

Prima variantă: $\rho = 0,5$.

Pentru valoarea de mai sus a gradului de încastrare, momentul elastic maxim produs de încărcările permanentă și temporară de calcul se obține în dreptul secțiunii critice 1, valoarea lui fiind :

$$M_{el} = \frac{(8 - 3\rho)(\lambda_c + H_n \mu_c) G_n l}{32} = 8,15 \text{ tf.m.}$$

Modulul de rezistență elastic corespunzător acestui moment este :

$$W_e = \frac{M_{el}}{\sigma_c} = 388 \text{ cm}^3.$$

Din sortimentul de profile I laminate se reține profilul I 26, care are modulul de rezistență elastic egal cu 442 cm³ și modulul de rezistență plastic egal cu 514 cm³ [4], [5].

Pe de altă parte, momentul plastic, calculat cu relația (6), este :

$$M_p = 6,68 \text{ tf.m},$$

căruia îi corespunde modulul de rezistență plastic :

$$W_p = \frac{M_p}{\sigma_c} = 319 \text{ cm}^3.$$

În acest caz poate fi adoptat profilul I 22, al cărui modul de rezistență plastic este de 324 cm³ [5].

Aplicînd grinzii metoda densităților mecanice, din relațiile (7) și (8) se obține :

$$\delta_{p1} = 1,05 \text{ și } \delta_{p2} = 2,28.$$

Prin urmare :

$$\delta_s = \delta_{p1} = 1,05 < 1,20 = \delta_m.$$

În această situație, momentul plastic de calcul este dat de relația (12), valoarea lui fiind :

$$M_p = 7,60 \text{ tf.m},$$

căruia îi corespunde modulul de rezistență plastic :

$$W_p = \frac{760000}{2100} = 362 \text{ cm}^3.$$

Grinda poate fi alcătuită, în acest caz, dintr-un profil I 24, al cărui modul de rezistență plastic este de 412 cm³ [5].

Greutățile, pe unitatea de lungime, ale profilelor laminate I 22, I 24 și I 26 sînt 31,1 kgf/m, 36,2 kgf/m și respectiv 41,9 kgf/m [4]. În concluzie, dacă se ia ca termen de referință rezultatul obținut prin dimensionarea grinzii în domeniul elastic, economia de oțel la care se ajunge este de 25,8% pentru grinda dimensionată pe baza teoriei plastice simple și respectiv de 13,6% cînd dimensionarea grinzii se face prin metoda densităților mecanice.

Dimensionarea pe baza teoriei plastice simple prezintă însă dezavantajul neîndeplinirii condiției privind comportarea elastică a întregului material al grinzii sub acțiunea încărcărilor nominale.

A doua variantă: $\rho = 0,8$.

Momentul elastic maxim, produs de încărcările permanentă și temporară de calcul, se obține tot în dreptul secțiunii critice 1, valoarea lui fiind

$$M_{el} = 7,01 \text{ tf.m.}$$

Modulul de rezistență elastic, corespunzător acestui moment, este

$$W_e = 334 \text{ cm}^3,$$

căruia îi corespunde profilul I 24, al cărui modul de rezistență elastic este egal cu 354 cm³.

Momentul plastic și modulul de rezistență plastic corespunzător acestuia, determinate pe baza teoriei plastice simple, sînt cele obținute în prima variantă, adică

$$M_p = 6,68 \text{ tf.m și } W_p = 319 \text{ cm}^3,$$

pentru care s-a adoptat profilul I 22.

Aplicînd metoda densităților mecanice, din relațiile (7) și (8) se obține

$$\delta_{p1} = 1,22 \text{ și } \delta_{p2} = 1,43.$$

Ambele densități mecanice secționale de mai sus sînt mai mari decît valoarea minimă admisă $\delta_m = 1,20$. Ca urmare, dimensionarea grinzii prin metoda densităților mecanice duce, în acest caz, la același rezultat ca și teoria plastică simplă.

Așa cum s-a arătat mai sus, greutățile pe unitatea de lungime ale profilelor I 22 și I 24 sînt 31,1 kgf/m și respectiv 36,2 kgf/m. Prin urmare, atît teoria plastică simplă, cît și metoda densităților mecanice duc, în această variantă, la o economie de oțel de 14,1% în raport cu dimensionarea efectuată pe baza calculului în domeniul elastic.

Exemplul numeric prezentat mai sus arată că modulii de rezistență plastici, obținuți prin aplicarea teoriei plastice simple sau a metodei densităților mecanice, sînt mai mici decît modulul de rezistență plastic rezultat din dimensionarea grinzii pe baza momentului maxim dat de calculul în domeniul elastic. Această concluzie este generală, structurile de oțel dimensionate în domeniul plastic, pe baza teoriei plastice simple sau prin utilizarea metodei densităților mecanice, avînd întotdeauna

greutăţi mai mici decît cele pe care le au aceleaşi structuri cînd sînt dimensionate în domeniul elastic.

Teoria plastică simplă este cea mai economică, deoarece ea valorifică întreaga rezervă suplimentară de rezistenţă ce rezultă din com-

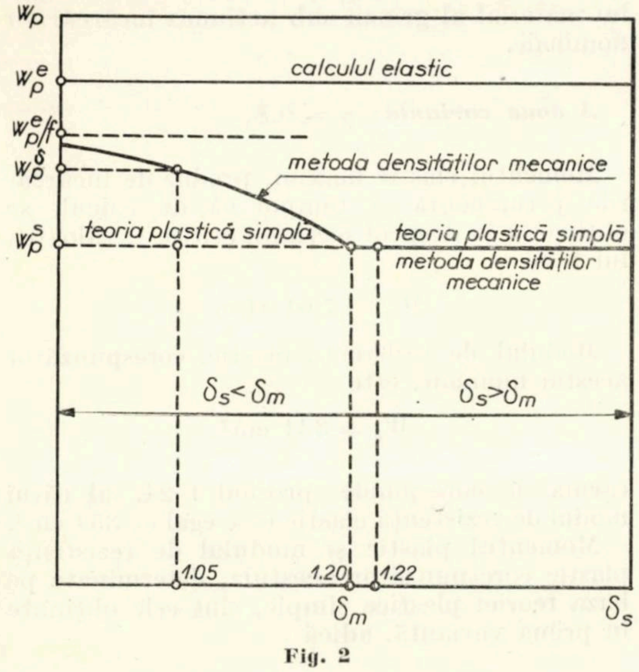


Fig. 2

portarea structurilor în domeniul plastic. Ea duce însă uneori la obţinerea unor soluţii care nu îndeplinesc condiţia fundamentală referitoare la comportarea elastică a întregului material al structurilor sub acţiunea încărcărilor nominale. Acest inconvenient este complet eliminat de metoda densităţilor mecanice. Această metodă duce însă la rezultate mai puţin economice decît teoria plastică simplă atunci cînd dimensionarea este guvernată de condiţia privind comportarea elastică a întregului material al structurilor sub acţiunea încărcărilor nominale, deoarece în acest caz este exploatată numai o parte din rezerva suplimentară de rezistenţă a structurilor. O astfel de situaţie apare în prima variantă a exemplului de calcul prezentat mai sus, în care modulul de rezistenţă plastic, la care duce condiţia referitoare la comportarea elastică a materialului sub acţiunea încărcărilor nominale, este cu 13,5% mai mare decît modulul de rezistenţă plastic furnizat de teoria plastică simplă.

Consideraţiile de mai sus permit stabilirea următoarelor concluzii:

— pentru $\delta_s > \delta_m$, metoda densităţilor mecanice duce la aceleaşi rezultate ca şi teoria plastică simplă, ambele utilizînd, în acest caz, întreaga rezervă suplimentară de rezistenţă a structurilor;

— pentru $\delta_s < \delta_m$, rezultatele furnizate de metoda densităţilor mecanice sînt diferite de cele obţinute prin aplicarea teoriei plastice simple, ultimele fiind, teoretic, ceva mai avantajoase; totuşi metoda densităţii mecanice permite un control mai sigur asupra posibilităţilor structurii şi ale materialelor utilizate, prin ecartul mai amplu pe care îl lasă la dispoziţia proiectantului în ceea ce priveşte aprecierea poziţiei de calcul;

— atît pentru $\delta_s > \delta_m$, cît şi pentru $\delta_s < \delta_m$ metoda densităţilor mecanice duce la structuri mai uşoare decît dimensionarea efectuată pe baza momentelor încovoietoare date de calculul în domeniul elastic.

Această ultimă concluzie este ilustrată în figura 2, în care sînt reprezentaţi modulii de rezistenţă W_p^e, W_p^s şi W_p^δ, obţinuţi pe baza calculului în domeniul elastic, prin teoria plastică simplă şi respectiv prin metoda densităţilor mecanice. În aceeaşi figură sînt marcate rezultatele obţinute în cadrul celor două variante ale exemplului de calcul prezentat mai sus. Din figura 2 rezultă că valorile maxime pe care le pot avea modulii de rezistenţă plastici determinaţi prin metoda densităţilor mecanice sînt egale cu rapoartele dintre modulii de rezistenţă plastici, obţinuţi pe baza calculului în domeniul elastic şi coeficienţii de formă ai secţiunilor critice respective.

4. GRINZI CONTINUE

Se consideră o grindă continuă cu trei deschideri egale, simplu rezemată la extremităţi, solicitată de încărcări permanente şi temporare

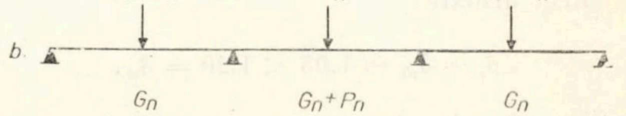


Fig. 3

aplicate concentrat în mijlocul fiecărei deschideri, formînd toate schemele posibile de încărcare. Caracteristicile grinzii şi schemele de încărcare sînt reprezentate în figura 3, secţiunile critice fiind marcate cu cifrele 1, 2 şi 3.

Momentele nominale ale secţiunilor critice au următoarele valori :

$$M_{n1} = (0{,}175 + 0{,}213\ H_n)\ G_n\ l\ ;$$

$$M_{n2} = (0{,}150 + 0{,}175\ H_n)\ G_n\ l\ ; \qquad (13)$$

$$M_{n3} = (0{,}100 + 0{,}175\ H_n)\ G_n\ l.$$

Grinda admite două mecanisme plastice distincte, notate cu I şi II (fig. 3 *e*).

Considerînd, pe rînd, că fiecare din aceste mecanisme se formează sub acţiunea încărcărilor permanente şi temporare de calcul aplicate în deschiderile respective, din ecuaţiile de echilibru ale acestor mecanisme se ajunge la concluzia că cea mai mare valoare a momentului plastic (în raport cu care trebuie făcută dimensionarea) este cea furnizată de mecanismul I, ea fiind

$$M_p = 0{,}167\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)\ G_n\ l. \qquad (14)$$

Densităţile mecanice corespunzătoare secţiunilor critice ale grinzii au următoarele expresii :

$$\delta_{p1} = \frac{M_p}{M_{n1}} = \frac{0{,}784\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{0{,}822 + H_n}\ ;$$

$$\delta_{p2} = \frac{M_p}{M_{n2}} = \frac{0{,}954\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{0{,}857 + H_n}\ ; \qquad (15)$$

$$\delta_{p3} = \frac{M_p}{M_{n3}} = \frac{0{,}954\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{0{,}571 + H_n}.$$

Densităţile mecanice secţionale de mai sus satisfac inegalităţile

$$\delta_{p1} < \delta_{p2} < \delta_{p3}. \qquad (16)$$

Prin urmare, valoarea cea mai mică a acestor densităţi este :

$$\delta_s = \delta_{p1} \qquad (17)$$

Cazul I : $\delta_s > \delta_m$.

Valoarea momentului plastic de calcul este dată în acest caz de relaţia (14).

Cazul II : $\delta_s < \delta_m$.

Momentul plastic de calcul se determină în acest caz cu relaţia

$$M_p = \delta_m\ M_{n1} = \delta_m\ (0{,}175 + 0{,}213\ H_n)\ G_n\ l, \qquad (18)$$

care rezultă din condiţia ca densitatea mecanică a secţiunii critice 1 (care este cea mai mică) să fie egală cu valoarea minimă admisă (δ_m).

Exemplu de calcul

Pentru grinda continuă examinată mai sus se consideră următoarele date numerice :

$$G_n = 1{,}5\ \text{tf}\ ;\ P_n = 3{,}0\ \text{tf}\ ;\ H_n = \frac{P_n}{G_n} = 2\ ;$$

$$l = 6\ \text{m}\ ;\ \sigma_c = 2100\ \text{kgf/cm}^2\ ;$$

$$\lambda_c = 1{,}1\ ;\ \mu_c = 1{,}4.$$

Momentul elastic maxim, produs de încărcările permanente şi temporare de calcul, se obţine în secţiunea critică 1, valoarea lui fiind

$$M_{e1} = (0{,}175\ \lambda_c + 0{,}213\ H_n\ \mu_c)\ G_n\ l =$$
$$= 7{,}10\ \text{tf.m}.$$

Modulul de rezistenţă elastic, corespunzător acestui moment, este

$$W_e = \frac{710000}{2100} = 338\ \text{cm}^3.$$

Din sortimentul de profile I laminate se reţine profilul I 24, care are un modul de rezistenţă elastic de 354 cm^3 şi un modul de rezistenţă plastic de 412 cm^3 [5].

Pe de altă parte, momentul plastic calculat cu relaţia (14) este

$$M_p = 5{,}86\ \text{tf.m},$$

căruia îi corespunde modulul de rezistenţă plastic

$$W_p = \frac{586000}{2100} = 279\ \text{cm}^3.$$

În acest caz poate fi adoptat profilul I 22, al cărui modul de rezistenţă plastic este de 324 cm^3 [5].

Aplicînd grinzii metoda densităţilor mecanice, din relaţiile (15) se obţine :

$$\delta_{p1} = 1{,}08\ ;\ \delta_{p2} = 1{,}30\ ;\ \delta_{p3} = 1{,}45.$$

Prin urmare :

$$\delta_s = \delta_{p1} = 1{,}08 < 1{,}20 = \delta_m.$$

În această situaţie, momentul plastic de calcul este cel dat de relaţia (18), valoarea lui fiind

$$M_p = 6{,}49\ \text{tf.m},$$

căruia îi corespunde modulul de rezistenţă plastic

$$W_p = \frac{649000}{2100} = 309\ \text{cm}^3.$$

Grinda poate fi alcătuită în acest caz tot dintr-un profil I 22, modulul de rezistenţă plastic al acestuia fiind de 324 cm^3.

Exemplul de calcul de mai sus arată că concluziile deduse în cazul grinzilor static nedeterminate cu o singură deschidere sînt cu totul generale, ele aplicîndu-se şi grinzilor continue de oţel. Pe lîngă aceasta, exemplul referitor la grinzile continue arată că atunci cînd se dispune de o serie de profile laminate ale căror moduli plastici de rezistenţă reprezintă un şir de valori discrete, rezultatele dimensionării efectuate prin metoda densităţilor mecanice pot coincide în unele cazuri cu cele la care se ajunge prin dimensionarea grinzilor pe baza teoriei plastice simple, chiar şi atunci cînd are loc inegalitatea $\delta_s < \delta_m$.

5. CATEGORII DE GRINZI ŞI TIPURI DE ÎNCĂRCĂRI

Metoda densităţilor mecanice a fost aplicată unui număr de grinzi static nedeterminate de oţel cu secţiunea constantă care, în funcţie de caracteristicile lor geometrice şi statice, pot fi clasificate în următoarele categorii:

Categoria A: grinzi cu o singură deschidere, simplu rezemate la un capăt şi încastrate elastic la celălalt capăt (fig. 4 *a*);

Categoria B: grinzi cu o singură deschidere, încastrate elastic la ambele capete (fig. 4 *b*);

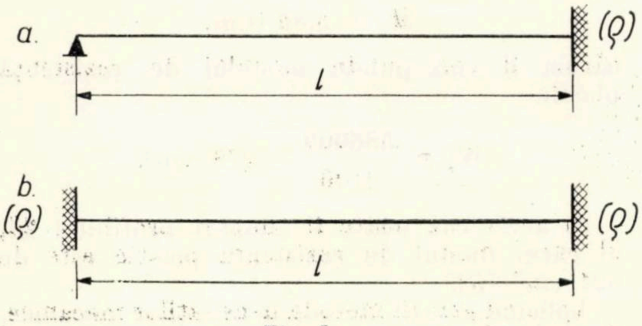


Fig. 4

Categoria C: grinzi continue cu două pînă la cinci deschideri egale, simplu rezemate la extremităţi (fig. 5);

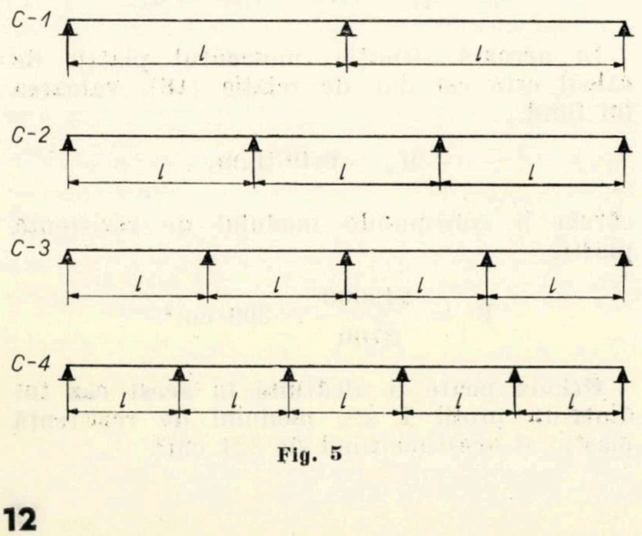


Fig. 5

Categoria D: grinzi continue cu două, trei şi patru deschideri inegale, solicitate de încărcări uniform distribuite (fig. 6);

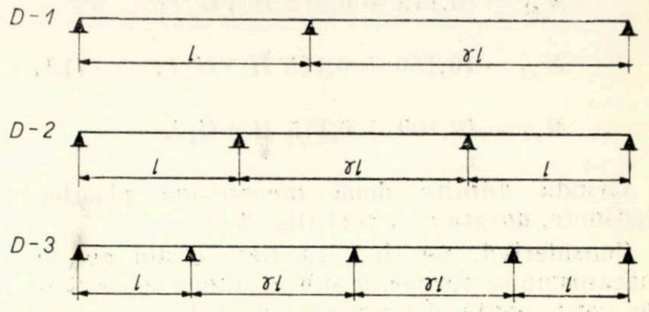


Fig. 6

Categoria E: grinzi continue cu două deschideri inegale, solicitate de încărcări concentrate (fig. 7);

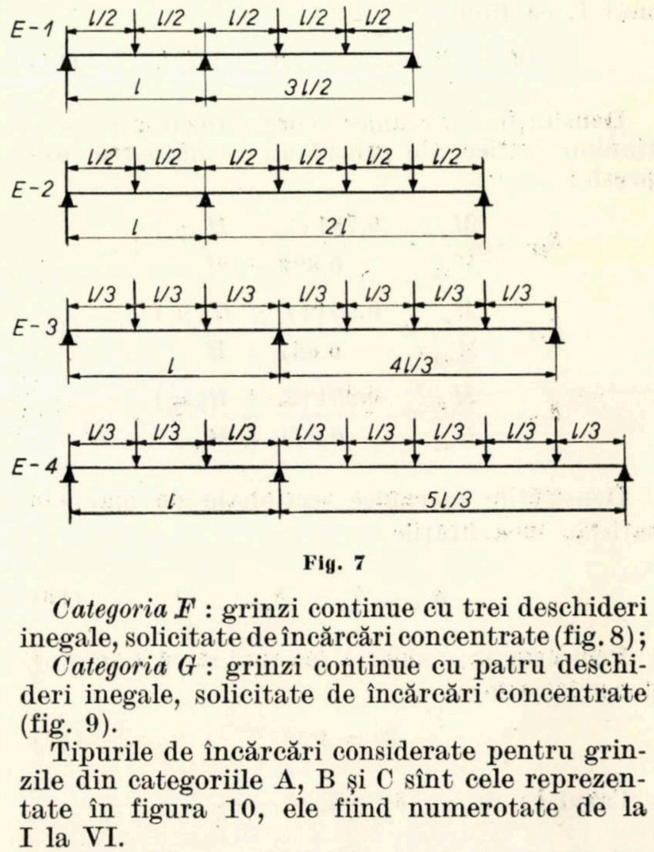


Fig. 7

Categoria F: grinzi continue cu trei deschideri inegale, solicitate de încărcări concentrate (fig. 8);

Categoria G: grinzi continue cu patru deschideri inegale, solicitate de încărcări concentrate (fig. 9).

Tipurile de încărcări considerate pentru grinzile din categoriile A, B şi C sînt cele reprezentate în figura 10, ele fiind numerotate de la I la VI.

La grinzile continue din categoriile C, D, E, F şi G s-a considerat că încărcările permanente se aplică simultan în toate deschiderile grinzilor. În ceea ce priveşte condiţiile de aplicare a încărcărilor temporare, s-au avut în vedere două situaţii. Prima situaţie este cea în care încărcările temporare se aplică simultan în toate deschiderile grinzilor, formînd astfel, împreună cu încărcările permanente, o singură schemă de încărcare. Cea de-a doua situaţie se caracterizează prin posibilitatea încărcărilor temporare de a fi aplicate în una sau în mai multe deschideri ale grinzii, formînd în acest fel, împreună cu încărcările permanente, toate schemele posibile de încărcare.

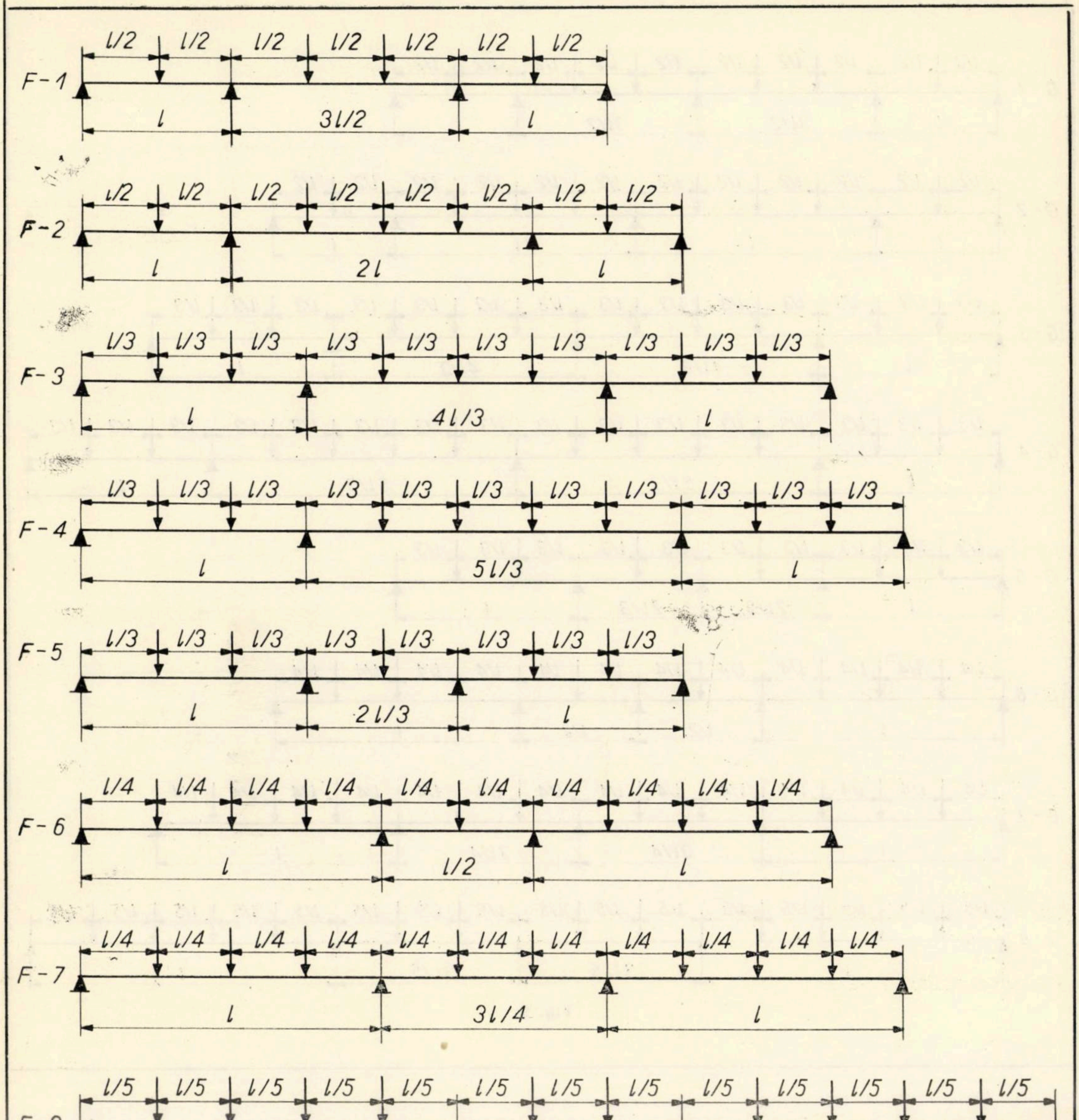


Fig. 8

Coeficienţii de influenţă necesari pentru stabilirea expresiilor momentelor nominale în secţiunile critice ale grinzilor au fost luaţi din lucrarea [6] sau au fost calculaţi cu ajutorul liniilor de influenţă cuprinse în această lucrare.

Rezultatele obţinute în urma studiului efectuat sînt prezentate în tabelele 1 — 17 pentru o valoare minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale egală cu 1,20. În aceste tabele, parametrul de bază este valoarea cea mai mică a densităţilor mecanice secţionale (δ_s), determinată pe baza teoriei plastice simple.

Pentru $\delta_s > 1{,}20$ momentele plastice sînt cele date de teoria plastică simplă, expresiile lor fiind trecute în ultima coloană a tabelelor 1—17. Cu alte cuvinte, pentru $\delta_s > 1{,}20$ metoda densităţilor mecanice duce la aceleaşi rezultate ca şi teoria plastică simplă.

Pentru $\delta_s < 1{,}20$ momentele plastice se determină cu relaţia

$$M_p = 1{,}20\ M_n, \quad (19)$$

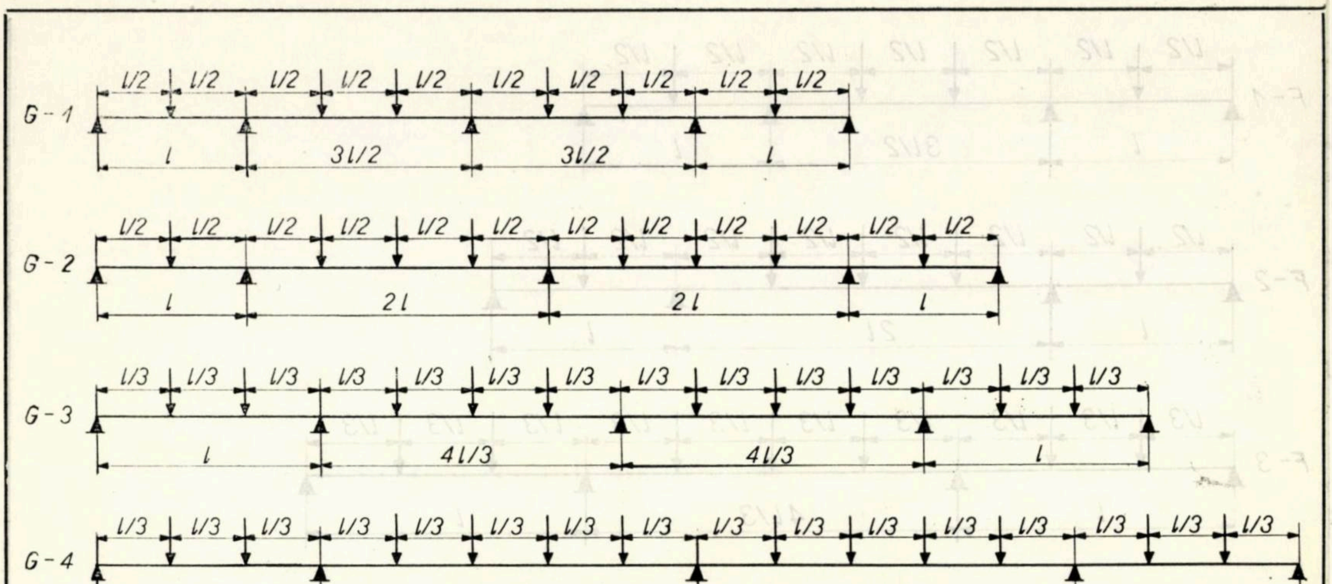


Fig. 9

în care M_n este valoarea cea mai mare a momentelor nominale în secțiunile critice ale grinzii respective.

Forma explicită a relației (19) este redată în coloana penultimă a tabelelor 1 — 17.

Momentele plastice, calculate cu relația (19), în cazul $\delta_s < 1{,}20$ sînt mai mari decît cele obținute prin aplicarea teoriei plastice simple dar, în același timp, ele sînt întotdeauna mai mici decît momentele plastice ale secțiunilor grinzilor dimensionate pe baza calculului în domeniul elastic.

Referitor la valoarea dată de relația (2) pentru densitatea mecanică minimă admisă, se face observația că ea a fost stabilită în raport cu limita de curgere *de calcul* a oțelului, utilizată la dimensionarea structurilor de oțel prin metoda stărilor limită [2], [3]. Calculul în domeniul plastic poate fi însă efectuat și prin metoda care folosește un coeficient unic de siguranță, care se aplică încărcărilor permanente și temporare luate cu valorile lor nominale [7]. În acest ultim caz, dimensionarea secțiunilor se face pe baza limitei de curgere nominale a oțelului, dată în standardele de specialitate, cum este, de exemplu, standardul 763—66 [8]. Limita de curgere nominală este cu cca 13% mai mare decît limita de curgere

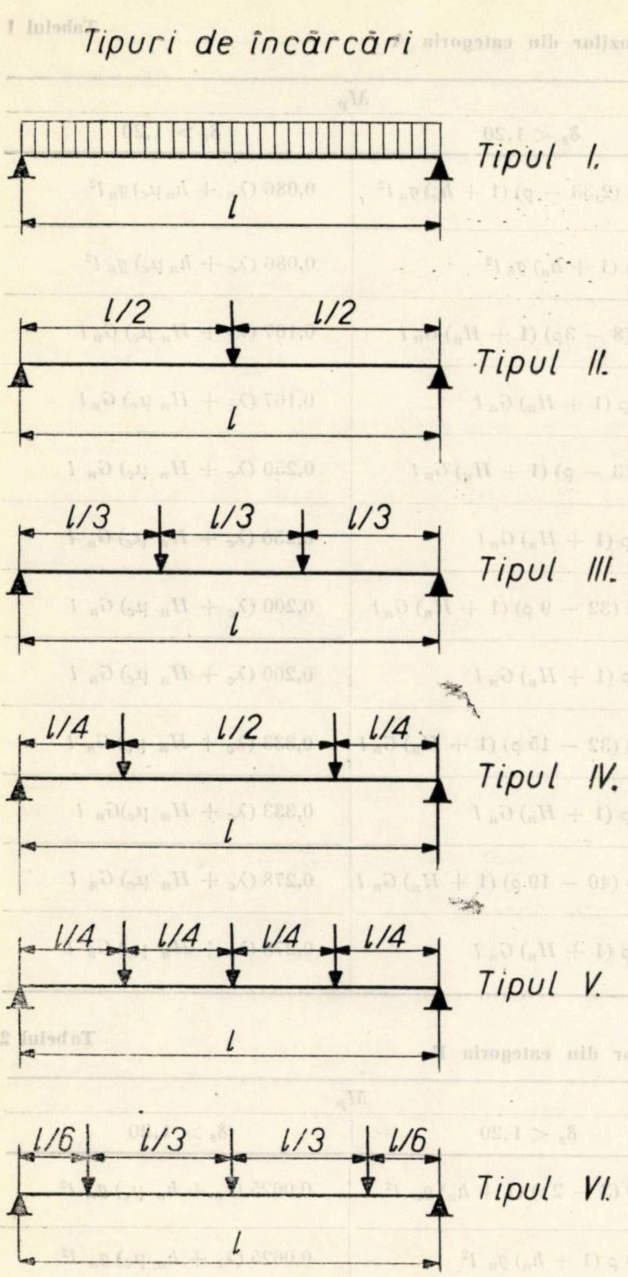


Fig. 10

de calcul [3]. În această situaţie, pentru a se păstra corespondenţa cu metoda stărilor limită şi pentru a se ţine seama totodată de efectul nefavorabil al unor eventuale neomogenităţi ale caracteristicilor oţelului în cadrul metodei de calcul bazată pe un coeficient de siguranţă unic, valoarea minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale se ia egală cu cea dată de relaţia

$$\delta_m = 1{,}13 \times 1{,}20 = 1{,}35. \quad (20)$$

Pentru $\delta_s > 1{,}35$, momentele plastice sînt cele date în ultima coloană a tabelelor 1 — 17, în timp ce pentru $\delta_s < 1{,}35$ momentele plastice se obţin prin majorarea cu 13% a valorilor obţinute din expresiile cuprinse în penultima coloană a tabelelor 1 — 17.

6. CONCLUZII

La proiectarea în domeniul plastic a grinzilor static nedeterminate de oţel prin metoda densităţilor mecanice, se întîlnesc două cazuri.

Primul caz este cel în care toate densităţile mecanice secţionale, obţinute în ipoteza transformării grinzilor în mecanisme, sub acţiunea încărcărilor permanente şi temporare de calcul, sînt mai mari decît valoarea minimă admisă. În această situaţie, momentele plastice de calcul sînt cele furnizate de teoria plastică simplă.

Al doilea caz este cel în care una sau mai multe densităţi mecanice secţionale sînt mai mici decît valoarea minimă admisă. În această situaţie, momentele plastice se stabilesc astfel încît densităţile mecanice secţionale să fie cel puţin egale cu valoarea minimă admisă. Momentele plastice de calcul astfel obţinute sînt întotdeauna mai mari decît momentele plastice rezultate din aplicarea teoriei plastice simple dar, în acelaşi timp sînt mai mici decît momentele plastice de care sînt capabile secţiunile critice dimensionate pe baza calculului în domeniul elastic.

În lucrare se prezintă tabele cuprinzînd expresiile momentelor plastice ale grinzilor static nedeterminate de oţel cu secţiunea constantă, grupate în şase categorii, pentru o valoare minimă admisă a densităţilor mecanice egală cu 1,20. Ele au fost stabilite în condiţiile utilizării metodei coeficienţilor diferenţiaţi la dimensionarea secţiunilor de oţel, în cadrul căreia limita de curgere se introduce cu valoarea ei de calcul. Lucrarea cuprinde însă şi indicaţiile necesare pentru folosirea tabelelor în cazurile cînd dimensionarea secţiunilor se face pe baza metodei coeficientului de siguranţă unic, cînd limita de curgere se introduce în calcul cu valoarea ei nominală.

*

Lucrarea de faţă face parte dintr-un grup de lucrări consacrate aspectelor practice ale aplicării conceptului densităţii mecanice la proiectarea în domeniul plastic a structurilor de oţel şi de beton armat, ale căror rezultate vor face obiectul unor articole viitoare.

Tabelul 1

Momentele plastice ale grinzilor din categoria A

Tipul încăr-cării	ρ	δ_s	M_p: $\delta_s < 1{,}20$	M_p: $\delta_s > 1{,}20$
I	$< 0{,}684$	$\frac{1{,}65\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{(2{,}33 - \rho)\,(1 + h_n)}$	$0{,}0624\,(2{,}33 - \rho)\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_n + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
	$> 0{,}684$	$\frac{0{,}686\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + h_n)}$	$0{,}150\,\rho\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
II	$< 0{,}889$	$\frac{5{,}33\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(8 - 3\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}038\,(8 - 3\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}167\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}889$	$\frac{0{,}889\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}225\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}167\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
III	$< 0{,}750$	$\frac{2{,}25\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(3 - \rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}133\,(3 - \rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}750$	$\frac{0{,}75\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}400\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
IV	$< 0{,}711$	$\frac{25{,}6\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(32 - 9\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}0094\,(32 - 9\,\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}200\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}711$	$\frac{0{,}711\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}337\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}200\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
V	$< 0{,}711$	$\frac{21{,}3\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(32 - 15\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}0188\,(32 - 15\,\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}711$	$\frac{0{,}711\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}562\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
VI	$< 0{,}702$	$\frac{26{,}7\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(40 - 19\,\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}0125\,(40 - 19\,\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}278\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}702$	$\frac{0{,}702\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}475\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}278\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

Tabelul 2

Momentele plastice ale grinzilor din categoria B

Tipul încăr-cării	ρ	δ_s	M_p: $\delta_s < 1{,}20$	M_p: $\delta_s > 1{,}20$
I	$< 0{,}750$	$\frac{1{,}5\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{(3 - 2\,\rho)\,(1 + h_n)}$	$0{,}050\,(3 - 2\rho)\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}0625\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
	$> 0{,}750$	$\frac{0{,}75\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + h_n)}$	$0{,}100\,\rho\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}0625\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
II	$< 1{,}000$	$\frac{\lambda_c + H_n\,\mu_c}{(2 - \rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}150\,(2 - \rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}125\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
III	$< 0{,}750$	$\frac{1{,}5\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(3 - 2\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}133\,(3 - 2\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}167\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}750$	$\frac{0{,}75\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}267\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}167\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
IV	$< 0{,}667$	$\frac{2\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(4 - 3\,\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}075\,(4 - 3\,\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}125\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}667$	$\frac{0{,}667\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}225\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}125\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
V	$< 0{,}800$	$\frac{4\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(8 - 5\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}075\,(8 - 5\,\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}800$	$\frac{0{,}8\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}375\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
VI	$< 0{,}790$	$\frac{15\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{(30 - 19\rho)\,(1 + H_n)}$	$0{,}0167\,(30 - 19\rho)\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}208\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
	$> 0{,}790$	$\frac{0{,}79\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{\rho\,(1 + H_n)}$	$0{,}317\,\rho\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}208\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

Tabelul 3

Momentele plastice ale grinzilor C – 1 și C – 2. O singură schemă de încărcare

Grinda	Tipul încărcării	δ_s	M_p	
			$\delta_s < 1{,}20$	$\delta_s > 1{,}20$
C – 1	I	$\frac{0{,}686\ (\lambda_c + h_n\ \mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}150\ (1 + h_n)\ g_n\ l^2$	$0{,}086\ (\lambda_c + h_n\mu_c)\ g_n l^2$
	II	$\frac{0{,}888\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}226\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}167\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)\ G_n l$
	III	$\frac{0{,}750\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}400\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}250\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	IV	$\frac{0{,}712\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}337\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}200\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	V	$\frac{0{,}719\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}563\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}333\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n\ l$
	VI	$\frac{0{,}702\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}475\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}278\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
C – 2	I	$\frac{0{,}858\ (\lambda_c + h_n\ \mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}120\ (1 + h_n)\ g_n\ l^2$	$0{,}086\ (\lambda_c + h_n\mu_c)\ g_n\ l^2$
	II	$\frac{0{,}954\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}210\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}167\ (\lambda_c + H_n\mu_c) G_n\ l$
	III	$\frac{0{,}933\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}320\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}250\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	IV	$\frac{0{,}889\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}270\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}200\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	V	$\frac{0{,}888\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}450\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}333\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	VI	$\frac{0{,}877\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}380\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}278\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$

Tabelul 4

Momentele plastice ale grinzilor C – 3 și C – 4. O singură schemă de încărcare

Grinda	Tipul încărcării	δ_s	M_p	
			$\delta_s < 1{,}20$	$\delta_s > 1{,}20$
C – 3	I	$\frac{0{,}802\ (\lambda_c + h_n\ \mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}128\ (1 + h_n)\ g_n l^2$	$0{,}086\ (\lambda_c + h_n\ \mu_c)\ g_n l^2$
	II	$\frac{0{,}982\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}204\ (1 + H_n)\ G_n l$	$0{,}167\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)\ G_n l$
	III	$\frac{0{,}874\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}343\ (1 + H_n)\ G_n l$	$0{,}250\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)\ G_n l$
	IV	$\frac{0{,}830\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}289\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}200\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	V	$\frac{0{,}828\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}482\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}333\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	VI	$\frac{0{,}820\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}407\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}278\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
C – 4	I	$\frac{0{,}817\ (\lambda_c + h_n\ \mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}126\ (1 + h_n)\ g_n\ l^2$	$0{,}086\ (\lambda_c + h_n\mu_n)\ g_n\ l^2$
	II	$\frac{0{,}977\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}205\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}167\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n\ l$
	III	$\frac{0{,}890\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}337\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}250\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)\ G_n l$
	IV	$\frac{0{,}844\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}284\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}200\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	V	$\frac{0{,}843\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}474\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}333\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$
	VI	$\frac{0{,}835\ (\lambda_c + H_n\ \mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}400\ (1 + H_n)\ G_n\ l$	$0{,}278\ (\lambda_c + H_n\mu_c)\ G_n l$

Tabelul 5

Momentele plastice ale grinzilor C – 1 și C – 2. Mai multe scheme de încărcare

Grinda	Tipul încărcării	δ_s	M_p $\delta_s < 1,20$	M_p $\delta_s > 1,20$
C–1	*I*	$\frac{0,686\,(\lambda_c + h_n\mu_c)}{1 + h_n}$	$0,150\,(1 + h_n) g_n l^2$	$0,086\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, g_n l^2$
	II $(H_n < 2,13)$	$\frac{0,888\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,226\,(1 + H_n)\, G_n l$	$0,167\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	II $(H_n > 2,13)$	$\frac{0,823\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,767 + H_n}$	$0,244\,(0.767 + H_n)\, G_n l$	$0,167\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	III	$\frac{0,750\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,400\,(1 + H_n)\, G_n l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	IV	$\frac{0,712\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,337\,(1 + H_n)\, G_n l$	$0,200\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	V	$\frac{0,719\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,563\,(1 + H_n)\, G_n l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	VI	$\frac{0,702\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,475\,(1 + H_n)\, G_n l$	$0,278\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
C–2	*I*	$\frac{0,735\,(\lambda_c + h_n\mu_c)}{0,855 + h_n}$	$0,140\,(0,855 + h_n)\, g_n l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\mu_c)\, g_n l^2$
	II	$\frac{0,784\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,823 + H_n}$	$0,256\,(0,823 + H_n)\, G_n l$	$0,167\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	III	$\frac{0,804\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,859 + H_n}$	$0,373\,(0,859 + H_n)\, G_n l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	IV	$\frac{0,760\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,855 + H_n}$	$0,316\,(0,855 + H_n)\, G_n l$	$0,200\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	V	$\frac{0,760\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,856 + H_n}$	$0,526\,(0,856 + H_n)\, G_n l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	VI	$\frac{0,753\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,859 + H_n}$	$0,443\,(0,859 + H_n)\, G_n l$	$0,278\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$

Tabelul 6

Momentele plastice ale grinzilor C – 3 și C – 4. Mai multe scheme de încărcare

Grinda	Tipul încărcării	δ_s	M_p $\delta_s < 1,20$	M_p $\delta_s > 1,20$
C–3	*I*	$\frac{0,711\,(\lambda_c + h_n\mu_c)}{0,884 + h_n}$	$0,145\,(0,884 + h_n)\, g_n l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\mu_c)\, g_n l^2$
	II	$\frac{0,795\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,810 + H_n}$	$0,252\,(0,810 + H_n)\, G_n l$	$0,167\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	III	$\frac{0,779\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,891 + H_n}$	$0,385\,(0,891 + H_n)\, G_n l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	IV	$\frac{0,738\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,889 + H_n}$	$0,325\,(0,889 + H_n)\, G_n l$	$0,200\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	V	$\frac{0,737\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,889 + H_n}$	$0,542\,(0,889 + H_n)\, G_n l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	VI	$\frac{0,728\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,887 + H_n}$	$0,458\,(0,887 + H_n)\, G_n l$	$0,278\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
C–4	*I*	$\frac{0,717\,(\lambda_c + h_n\mu_c)}{0,875 + h_n}$	$0,144\,(0,875 + h_n)\, g_n l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\mu_c)\, g_n l^2$
	II	$\frac{0,791\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,810 + H_n}$	$0,252\,(0,810 + H_n)\, G_n l$	$0,167\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	III	$\frac{0,784\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,881 + H_n}$	$0,383\,(0,881 + H_n)\, G_n l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	IV	$\frac{0,744\,(\lambda_s + H_n\mu_c)}{0,881 + H_n}$	$0,323\,(0,881 + H_n)\, G_n l$	$0,200\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	V	$\frac{0,742\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,880 + H_n}$	$0,539\,(0,880 + H_n)\, G_n l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$
	VI	$\frac{0,734\,(\lambda_c + H_n\mu_c)}{0,879 + H_n}$	$0,455\,(0,879 + H_n)\, G_n l$	$0,278\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\, G_n l$

Tabelul 7

Momentele plastice ale grinzii D – 1. Una sau mai multe scheme de încărcare

γ	δ_s	M_p, $\delta_s < 1{,}20$	M_p, $\delta > 1{,}20$
1,0	$\frac{0{,}686\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}150\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,1	$\frac{0{,}748\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}167\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}104\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,2	$\frac{0{,}800\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}186\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}124\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,3	$\frac{0{,}833\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}209\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}145\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,4	$\frac{0{,}862\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}234\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}168\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,5	$\frac{0{,}881\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}263\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}193\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,6	$\frac{0{,}898\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}294\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}220\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,7	$\frac{0{,}905\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}329\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}248\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,8	$\frac{0{,}911\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}366\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}278\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,9	$\frac{0{,}914\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}407\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}310\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
2,0	$\frac{0{,}915\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}450\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}343\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

Tabelul 8

Momentele plastice ale grinzii D – 2. O singură schemă de încărcare

γ	δ_s	M_p, $\delta_s < 1{,}20$	M_p, $\delta_s > 1{,}20$
0,5	$\frac{0{,}977\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}106\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,6	$\frac{0{,}977\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}106\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,7	$\frac{0{,}989\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}104\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,8	$\frac{\lambda_c + h_n\,\mu_c}{1 + h_n}$	$0{,}103\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,9	$\frac{0{,}935\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}110\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,0	$\frac{0{,}858\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}120\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,1	$\frac{0{,}782\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}132\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,2	$\frac{0{,}738\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}146\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}090\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,3	$\frac{0{,}785\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}162\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}106\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,4	$\frac{0{,}815\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}181\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}123\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,5	$\frac{0{,}839\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}202\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}141\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,6	$\frac{0{,}856\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}224\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}160\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,7	$\frac{0{,}870\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}250\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}181\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

(continuare tabelul 8)

γ	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
1,8	$\frac{0,879\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0,277\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,203\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,9	$\frac{0,886\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0,306\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,226\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
2,0	$\frac{0,890\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0,337\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,250\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

Tabelul 9

Momentele plastice ale grinzii D – 2. Mai multe scheme de încărcare

γ	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
0,5 ($h_n < 2,00$)	$\frac{0,945\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,967 + h_n}$	$0,109\,(0,967 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,5 ($h_n > 2,00$)	$\frac{0,905\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,842 + h_n}$	$0,114\,(0,842 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,6 ($h_n < 2,33$)	$\frac{0,925\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,946 + h_n}$	$0,112\,(0,946 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,6 ($h_n > 2,33$)	$\frac{0,896\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,844 + h_n}$	$0,115\,(0,844 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,7 ($h_n < 2,50$)	$\frac{0,896\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,906 + h_n}$	$0,115\,(0,906 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,7 ($h_n > 2,50$)	$\frac{0,878\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,837 + h_n}$	$0,118\,(0,837 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,8	$\frac{0,843\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,843 + h_n}$	$0,122\,(0,843 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,9	$\frac{0,789\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,844 + h_n}$	$0,131\,(0,844 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,0	$\frac{0,735\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,855 + h_n}$	$0,140\,(0,855 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,1	$\frac{0,677\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,866 + h_n}$	$0,152\,(0,866 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,2	$\frac{0,648\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,878 + h_n}$	$0,167\,(0,878 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,090\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,3	$\frac{0,697\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,888 + h_n}$	$0,182\,(0,888 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,106\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,4	$\frac{0,732\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,899 + h_n}$	$0,202\,(0,899 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,123\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,5	$\frac{0,762\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,908 + h_n}$	$0,222\,(0,908 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,141\,(\lambda_c + h_n\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,6	$\frac{0,784\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,917 + h_n}$	$0,245\,(0,917 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,160\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,7	$\frac{0,808\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,929 + h_n}$	$0,269\,(0,929 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,181\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,8	$\frac{0,822\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,935 + h_n}$	$0,296\,(0,935 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,203\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,9	$\frac{0,834\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,941 + h_n}$	$0,325\,(0,941 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,226\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
2,0	$\frac{0,842\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,946 + h_n}$	$0,356\,(0,946 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,250\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

Tabelul 10

Momentele plastice ale grinzii D – 3.
O singură schemă de încărcare

γ	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1{,}20$	$\delta_s > 1{,}20$
0,5	$\frac{0{,}887\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}116\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,6	$\frac{0{,}896\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}115\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,7	$\frac{0{,}896\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}115\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,8	$\frac{0{,}878\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}118\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,9	$\frac{0{,}843\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}122\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,0	$\frac{0{,}802\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}128\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,1	$\frac{0{,}754\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}137\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,2	$\frac{0{,}732\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}148\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}090\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,3	$\frac{0{,}731\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}174\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}106\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,4	$\frac{0{,}711\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}208\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}123\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,5	$\frac{0{,}698\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}242\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}141\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,6	$\frac{0{,}687\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}280\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}160\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,7	$\frac{0{,}680\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}319\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}181\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,8	$\frac{0{,}674\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}361\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}203\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,9	$\frac{0{,}671\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}404\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}226\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
2,0	$\frac{0{,}667\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{1 + h_n}$	$0{,}450\,(1 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}250\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

Tabelul 11

Momentele plastice ale grinzii D – 3
Mai multe scheme de încărcare

γ	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1{,}20$	$\delta_s > 1{,}20$
0,5	$\frac{0{,}869\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0{,}980 + h_n}$	$0{,}119\,(0{,}980 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,6	$\frac{0{,}869\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0{,}970 + h_n}$	$0{,}119\,(0{,}970 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,7	$\frac{0{,}843\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0{,}941 + h_n}$	$0{,}122\,(0{,}941 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0{,}086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

γ	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
0,8	$\frac{0,811\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,925 + h_n}$	$0,127\,(0,925 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
0,9	$\frac{0,768\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,911 + h_n}$	$0,134\,(0,911 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,0	$\frac{0,711\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,884 + h_n}$	$0,145\,(0,884 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,1	$\frac{0,656\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,870 + h_n}$	$0,157\,(0,870 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,086\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,2 ($h_n < 0,44$)	$\frac{0,629\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,860 + h_n}$	$0,172\,(0,860 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,090\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,2 ($h_n > 0,44$)	$\frac{0,592\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,783 + h_n}$	$0,182\,(0,783 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,090\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,3	$\frac{0,599\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,819 + h_n}$	$0,212\,(0,819 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,106\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,4	$\frac{0,606\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,852 + h_n}$	$0,244\,(0,852 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,123\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,5	$\frac{0,608\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,871 + h_n}$	$0,278\,(0,871 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,141\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,6	$\frac{0,611\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,889 + h_n}$	$0,314\,(0,889 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,160\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,7	$\frac{0,616\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,905 + h_n}$	$0,353\,(0,905 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,181\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,8	$\frac{0,619\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,918 + h_n}$	$0,394\,(0,918 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,203\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
1,9	$\frac{0,621\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,926 + h_n}$	$0,437\,(0,926 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,226\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$
2,0	$\frac{0,625\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)}{0,938 + h_n}$	$0,480\,(0,938 + h_n)\,g_n\,l^2$	$0,250\,(\lambda_c + h_n\,\mu_c)\,g_n\,l^2$

Tabelul 12

Momentele plastice ale grinzilor din categoria E
O singură schemă de încărcare

Grinda	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
E–1	$\frac{0,997\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,451\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,375\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–2	$\frac{0,978\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,818\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,667\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–3	$\frac{0,899\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,593\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,444\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–4	$\frac{0,953\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,899\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,714\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

Tabelul 13

Momentele plastice ale grinzilor din categoria E
Mai multe scheme de încărcare

Grinda	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
E–1	$\frac{0,935\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,938 + H_n}$	$0,481\,(0,938 + H_n)\,G_n\,l$	$0,375\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–2 ($H_n < 2,88$)	$\frac{0,978\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,818\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,667\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–2 ($H_n > 2,88$)	$\frac{0,967\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,955 + H_n}$	$0,828\,(0,955 + H_n)\,G_n\,l$	$0,667\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–3	$\frac{0,899\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,593\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,444\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
E–4	$\frac{0,953\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,899\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,714\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

Tabelul 14

Momentele plastice ale grinzilor din categoria F
O singură schemă de încărcare

Grinda	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
F–1	$\frac{0,877\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,342\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–2	$\frac{0,978\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,613\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,500\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–3	$\frac{0,863\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,463\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–4	$\frac{0,861\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,697\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,500\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–5	$\frac{0,943\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,318\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–6	$\frac{0,946\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,422\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–7	$\frac{0,960\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,416\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$
F–8	$\frac{0,926\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0,556\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0,429\,(\lambda_c + H_n\mu_c)\,G_n\,l$

Tabelul 15

Momentele plastice ale grinzilor din categoria F
Mai multe scheme de încărcare

Grinda	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1,20$	$\delta_s > 1,20$
F–1	$\frac{0,807\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,920 + H_n}$	$0,371\,(0,920 + H_n)\,G_n\,l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–2	$\frac{0,935\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,955 + H_n}$	$0,642\,(0,955 + H_n)\,G_n\,l$	$0,500\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–3	$\frac{0,776\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,900 + H_n}$	$0,515\,(0,900 + H_n)\,G_n\,l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–4	$\frac{0,803\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,933 + H_n}$	$0,748\,(0,933 + H_n)\,G_n\,l$	$0,500\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–5	$\frac{0,896\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,950 + H_n}$	$0,335\,(0,950 + H_n)\,G_n\,l$	$0,250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–6	$\frac{0,910\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,962 + H_n}$	$0,439\,(0,962 + H_n)\,G_n\,l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–7	$\frac{0,852\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,887 + H_n}$	$0,469\,(0,887 + H_n)\,G_n\,l$	$0,333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
F–8	$\frac{0,879\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0,949 + H_n}$	$0,586\,(0,949 + H_n)\,G_n\,l$	$0,429\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

Momentele plastice ale grinzilor din categoria G **Tabelul 16**
O singură schemă de încărcare

Grinda	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1{,}20$	$\delta_s > 1{,}20$
G–1	$\frac{0{,}691\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}434\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–2	$\frac{0{,}708\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}847\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}500\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–3	$\frac{0{,}764\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}523\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–4	$\frac{0{,}672\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}892\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}500\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–5	$\frac{\lambda_c + H_n\mu_c}{1 + H_n}$	$0{,}300\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–6	$\frac{0{,}938\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}426\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–7	$\frac{0{,}933\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}428\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–8	$\frac{0{,}945\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{1 + H_n}$	$0{,}545\,(1 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}429\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

Momentele plastice ale grinzilor din categoria G **Tabelul 17**
Mai multe scheme de încărcare

Grinda	δ_s	M_p	
		$\delta_s < 1{,}20$	$\delta_s > 1{,}20$
G–1	$\frac{0{,}616\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}892 + H_n}$	$0{,}487\,(0{,}892 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–2	$\frac{0{,}672\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}949 + H_n}$	$0{,}893\,(0{,}949 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}500\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–3	$\frac{0{,}643\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}842 + H_n}$	$0{,}622\,(0{,}842 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–4	$\frac{0{,}613\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}912 + H_n}$	$0{,}979\,(0{,}912 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}500\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–5	$\frac{0{,}936\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}936 + H_n}$	$0{,}320\,(0{,}936 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}250\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–6	$\frac{0{,}920\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}981 + H_n}$	$0{,}434\,(0{,}981 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–7	$\frac{0{,}876\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}940 + H_n}$	$0{,}456\,(0{,}940 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}333\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$
G–8	$\frac{0{,}913\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)}{0{,}966 + H_n}$	$0{,}564\,(0{,}966 + H_n)\,G_n\,l$	$0{,}429\,(\lambda_c + H_n\,\mu_c)\,G_n\,l$

BIBLIOGRAFIE

[1] Bălan, Şt., Petcu, V.: *Un concept nou de exprimare a gradului de siguranţă în calculul structurilor elasto-plastice.* Studii şi cercetări de mecanică aplicată, nr. 4, 5, 1970.

[2] * * * *Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită*, Vol. I, Partea II: Încărcări în construcţii civile şi industriale (P. 7–62). Editura tehnică, Bucureşti, 1963.

[3] * * * *Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită*, Vol. II, Partea IV: Proiectarea construcţiilor metalice civile şi industriale (P. 11–62), Editura tehnică, Bucureşti 1963.

[4] * * * STAS 565–63. Oţel I. *Dimensiuni şi toleranţe.*

[5] Petcu, V.: *Caracteristicile profilelor laminate* I *şi* U *necesare în calculul plastic al structurilor de oţel.* Standardizarea, nr. 5, 1963.

[6] Avram, C. N.: *Grinzi continue.* Editura tehnică, Bucureşti, 1965.

[7] * * * *Commentary on plastic design in steel. Basic concepts.* Journal of the Engineering Mechanics Division, Proceedings ASCE, nr. EM3, 1959.

[8] * * * STAS 763–66. *Construcţii civile, industriale şi agricole.* Prescripţii pentru proiectarea construcţiilor metalice.

Dr. ing. MIRCEA IEREMIA
Institutul de construcții București

Voalarea elastică a plăcilor plane, decupate din coroane circulare

In lucrare se studiază problema voalării unei plăci plane decupate dintr-o coroană circulară cu o deschidere unghiulară oarecare și simplu rezemată pe tot conturul.
Problema interesează din punct de vedere al comportării la stabilitate a inimilor colțurilor de cadre metalice cu secțiunea compusă tip I și cu racordarea curbă riglă—stîlp.
Se studiază starea de tensiune plană, considerînd teoria de șaibă, în coordonate polare. Cazul general se detaliază pentru solicitarea punctual simetrică.
Se stabilește criteriul pentru aflarea punctului de bifurcație a echilibrului elastic și se calculează parametrul critic pentru placă, folosind procedeul energetic. În acest scop, se apreciază planul mediu deformat al plăcii voalate — cu o serie dublă sinusoidală.
Se va lua în considerare și energia potențială a rigidizărilor radiale, care se încarcă atunci cînd placa tinde să-și piardă stabilitatea.
În încheiere, se stabilesc factorii care pot influența asupra valorii coeficientului de voalare.

1. Criteriul pentru aflarea punctului de bifurcație a echilibrului elastic.

Conform teoremei energiei potențiale, valabilă pentru calculul static și de stabilitate, un corp supus la o solicitare este în echilibru elastic dacă energia sa potențială totală π are o valoare extremală [1].
Deci,

$$\delta\pi = \delta\pi_i - \delta\pi_e = 0 \qquad (1)$$

unde, $\delta\pi_i$ și $\delta\pi_e$ reprezintă variația de ordinul I a energiei potențiale a forțelor interioare și respectiv exterioare.

Completarea acestui principiu o face teorema lui Dirichlet. Natura extremului depinde de variația de ordinul II a energiei potențiale totale.

Astfel, corpul elastic va fi într-o stare de echilibru indiferent dacă, pe lîngă starea de echilibru inițială, mai admite și o stare de echilibru infinit vecină, pentru care valoarea energiei potențiale totale să fie aceeași. Adică,

$$\delta^2\pi = 0 \qquad (2)$$

Condiția de mai sus este independentă de sarcinile transversale și de momentul încovoietor (care nu influențează asupra valorii sarcinii critice) ; ea este funcție numai de forța de compresiune. Acest lucru este valabil și pentru plăci, cu condiția ca momentul încovoietor să nu producă forță axială (natura rezemării să nu împiedice deformația longitudinală a suprafeței mediane a plăcii).

Aplicarea acestui criteriu presupune că se cunoaște expresia axei medii deformate a barei flambate sau a suprafeței medii voalate a plăcii.

În cazul elementelor care nu au niște eforturi unitare inițiale (care să apară înainte de atingerea limitei de stabilitate datorită sarcinilor de compresiune), condițiile (1) și (2) reprezintă niște condiții necesare și suficiente pentru determinarea punctului de bifurcație a echilibrului elastic. În astfel de cazuri există un astfel de punct unic, și condiția (2) ne dă și valoarea sarcinii critice.

Dacă, însă, înainte de a se atinge limita de stabilitate, acționează de exemplu un moment încovoietor inițial, s-ar putea să nu existe un punct de bifurcație a echilibrului elastic. În acest caz, condițiile de mai sus reprezintă numai niște condiții necesare, nu și suficiente, pentru aflarea stării de echilibru nestabil la limită.
Condiția :

$$\delta\pi_i = \delta\pi_e = 0, \qquad (2')$$

care însoțește criteriul de stabilitate (2), este cea care spune dacă există sau nu un punct de bifurcație a echilibrului [2].

De exemplu, asupra barei din fig.1 acționează, înainte de a se atinge limita de stabilitate, un moment încovoietor inițial, datorat sarcinilor transversale q (x).

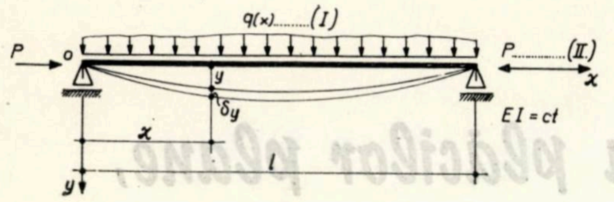


Fig. 1

Notăm cu : y — funcţia care defineşte starea de deformaţie iniţială a barei, şi cu

δy — funcţia proprie care defineşte starea de deformaţie învecinată. Cu ajutorul ei studiem natura echilibrului formei iniţiale.

Dacă condiţia (2′) este satisfăcută pentru valori ale funcţiei proprii de ordin superior ($n > 1$), nu se poate obţine în realitate punctul de ramificaţie a echilibrului. În acest caz, deformaţia sistemului pentru obţinerea primei sarcini critice este aşa de mare încît ipoteza liniarităţii nu mai este valabilă ; deci, nici ecuaţia diferenţială liniară a axei medii deformate.

În cazul de mai sus, condiţia (2′) pentru o funcţie proprie cu caracter antisimetric este valabilă pentru : $n = 2,4, \ldots$. Punctul de bifurcaţie obţinut corespunde la o forţă critică superioară ($n > 1$), care nu mai interesează pentru că bara are practic nişte deformaţii foarte mari.

În situaţia de echilibru nestabil la limită, vom aplica criteriul :

$$\delta\,(\delta^2\,\pi) = 0, \ldots \qquad (3)$$

care constituie condiţia de echilibru pentru starea flambată sau voalată a elementului (bară, placă).

Condiţia (3) este îndeplinită pentru expresia exactă a funcţiei proprii.

Cu alte cuvinte, se pune problema de a găsi funcţia proprie $\delta y\,(x)$ care extremează o anumită funcţională :

$$\delta^2\pi = \int_a^b F\,[x, \delta y\,(\mathrm{x}), \delta' y\,(x), \delta'' y\,(\mathrm{x})]\,dx \ldots \qquad (4)$$

Funcţia δy se va găsi ca soluţie a ecuaţiei diferenţiale tip Euler — Poisson :

$$\frac{\partial F}{\partial(\delta y)} - \frac{d}{dx}\left[\frac{\partial F}{\partial(\delta y')}\right] + \frac{d^2}{d\mathrm{x}^2}\left[\frac{\partial F}{\partial(\delta y'')}\right] = 0 \ldots \qquad (5)$$

Se ajunge la ecuaţia diferenţială de echilibru care caracterizează la limită starea deformată a elementului.

Adesea însă, găsirea funcţiei proprii din ecuaţia diferenţială este greoaie şi se aplică o metodă energetică pentru a se obţine o valoare aproximativă a sarcinii critice [3].

Se consideră o expresie aproximativă pentru δy, care să satisfacă cît mai mult posibil condiţiile marginale. Lucrînd cu această funcţie proprie aproximativă, vom obţine o valoare a sarcinii critice care va fi totdeauna mai mare decît cea reală. Diferenţa dintre cele două sarcini critice va fi cu atît mai mică cu cît expresia aproximativă aleasă se apropie mai mult de cea reală.

Condiţia (3) trebuie să fie îndeplinită pentru o expresie a funcţiei proprii de aproximare, care depinde de mai mulţi coeficienţi arbitrari. Astfel,

$$\delta y_n'\,(\mathrm{x}) = a_1\varphi_1\,(\mathrm{x}) + a_2\varphi_2\,(\mathrm{x}) + \ldots \\ \ldots + a_n'\,\varphi_n\,(\mathrm{x}) \ldots \qquad (6)$$

Funcţiile φ_i (x) trebuie să verifice condiţiile la limită cinematice.

Atunci,

$$\delta^2\pi = \Phi\,(\lambda, a_1, a_2, \ldots, a_n)$$

$$\delta(\delta^2\pi) = \frac{\partial\Phi}{\partial a_1}\cdot\delta a_1 + \frac{\partial\Phi}{\partial a_2}\,\delta a_2 + \cdots + \frac{\partial\Phi}{\partial a_n}\,\delta a_n' \cdots \qquad (3')$$

Trebuie ca :

$$(7)\ldots\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial\Phi}{\partial a_1} = 0, \\ \cdot \\ \cdot \\ \dfrac{\partial\Phi}{\partial a_n} = 0. \end{array}\right.$$

Rezultă un sistem omogen de n ecuaţii algebrice cu n necunoscute. Excludem soluţia banală şi, pentru a putea admite existenţa la limită a stării deformate de echilibru $[\delta y_n(\mathrm{x}) \neq 0]$, trebuie ca determinantul sistemului să fie nul. Din această condiţie rezultă valoarea proprie λ şi sarcina critică.

Practic, sînt suficienţi doi, trei termeni ai şirului (6) pentru a aproxima curba reală.

Sistemul (7) de n ecuaţii, care aproximează ecuaţia diferenţială (5), poate fi pus sub formă canonică sub numele de *ecuaţiile lui Lagrange — Ritz* [4].

2. Aflarea ecuaţiei diferenţiale a voalării plăcii în formă de sector de cerc.

Să examinăm stabilitatea unei porţiuni de placă în formă de sector de cerc, cu un unghi α oarecare, şi de grosime t, simplu rezemată pe contur (marginile plăcii se pot roti liber) (fig. 2).

Este cazul plăcilor inimilor colţurilor de cadre metalice cu secţiunea compusă, a căror comportare la stabilitate nu este pe deplin lămurită pe cale de calcul pînă în prezent.

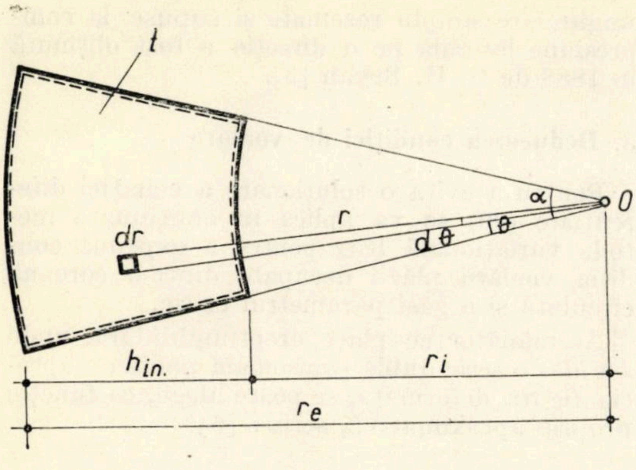


Fig. 2

Pentru siguranţa împotriva voalării plăcii inimii, necunoscînd exact sarcina ce produce bifurcarea echilibrului elastic, inima a fost prevăzută cu nervuri radiale. Calculul la voalare, pentru cîmpul dintre două nervuri, s-a făcut ca pentru o placă trapezoidală sau dreptunghiulară. Acest procedeu este mai mult sau mai puţin satisfăcător şi adeseori poate duce la dimensionări neeconomice.

În poziţia iniţială de echilibru, placa este plană ($\delta\pi_i = \delta\pi_e = 0$), iar la atingerea sarcinii critice, ca trece în stare voalată. Prin această schimbare a stării de echilibru, deformata iniţială $w = 0$ variază cu cantitatea δw.

Variaţia corespunzătoare a energiei potenţiale totale :

$$\Delta\pi = \Delta\pi_i + \Delta\pi_e = \delta\pi + \frac{1}{2}\,\delta^2\pi + \cdots \qquad (8)$$

Neglijăm termenii de ordin superior şi, aplicînd condiţia (1), rezultă :

$$\Delta\pi = \frac{1}{2}\,\delta^2\pi \cdots \qquad (9)$$

● Să calculăm variaţia energiei potenţiale a forţelor interioare, la trecerea din starea iniţială la o stare învecinată, voalată ($\Delta\pi_i$). Aceasta se compune din energia potenţială de deformaţie acumulată de placa în stare voalată ($\Delta\pi_1$) şi din energia potenţială datorată eforturilor situate în planul median ($\Delta\pi_2$).

$$\Delta\pi_i = \Delta\pi_1 + \Delta\pi_2 \cdots \qquad (10)$$

Conform teoriei de placă a lui Kirchhoff, putem neglija efortul unitar normal pe planul plăcii ($\sigma_z = 0$) şi efectul forţei tăietoare asupra curburii suprafeţei deformate ($\tau_{yz} = \tau_{xz} = 0$). Rezultă atunci expresia energiei potenţiale de deformaţie, în coordonate polare :

$$\Delta\pi_1 = \frac{1}{2}\int_{(A)}\left[\int_{-t/2}^{+t/2}(\sigma_r\cdot\varepsilon_r + \sigma_\theta\cdot\varepsilon_\theta + \tau_{r\theta}\cdot\gamma_{r\theta})\cdot dz\right] dA \ldots \qquad (11)$$

Ţinînd seama şi de legea lui Hooke pentru starea de tensiune plană,

$$\Delta\pi_1 = \frac{1}{2}\int_{(A)}\left\{\int_{-t/2}^{+t/2}[\sigma_r^2 + \sigma_\theta^2 - 2\,\mu\cdot\sigma_r\cdot\sigma_\theta + 2(1+\mu)\,\tau_{r\theta}^2]\,dz\right\} dA \qquad (12)$$

Exprimăm eforturile unitare în funcţie de deplasarea w.

Introducînd în ecuaţia (12), obţinem în final :

$$\Delta\pi_1 = \frac{D}{2}\int_{(A)}\left\{(\Delta w)^2 - 2\,(1-\mu)\left[\frac{1}{\gamma}\cdot\frac{\partial w}{\partial r^2}\cdot\left(\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2} + \frac{\partial w}{\partial r}\right) - \frac{1}{r^2}\cdot\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r\,\partial\theta} - \frac{1}{\gamma}\cdot\frac{\partial w}{\partial\theta}\right)^2\right]\right\} dA$$

Unde, (13)

$$(14)\cdots\begin{cases} dA = r\cdot dr\cdot d\theta \\ D = \dfrac{E\cdot t^3}{12\,(1-\mu^2)} \\ \Delta w = \dfrac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\cdot\dfrac{\partial w}{\partial r} + \dfrac{1}{r^2}\cdot\dfrac{\partial^2 w}{\partial\theta^2} \end{cases}$$

În momentul voalării plăcii are loc o extensie a planului median şi forţele interioare produc următorul lucru mecanic :

$$\Delta\pi_2 = \int_{(A)}(N_r\cdot\varepsilon_r + M_\theta\cdot\varepsilon_\theta + N_{r\theta}\cdot\gamma_{r\theta})\cdot dA \qquad (15)$$

Nu apare factorul 1/2 pentru că eforturile se găseau deja în planul median, în momentul pierderii stabilităţii.

Componentele tensorului deformaţiilor specifice se datoresc deformării elementului de placă, atît în planul său (u,v), cît şi perpendicular pe planul său (w). În acest ultim caz, deplasarea w este mare în raport cu grosimea plăcii, dar rămîne totuşi mică în raport cu celelalte dimensiuni ale acesteia.

Înlocuim în expresia (15) deformaţiile specifice prin deplasarea w şi se obţine :

$$\Delta\pi_2 = \int_{(A)}\left\{N_r\left[\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)^2\right] + N_\theta\cdot\left[\frac{1}{r}\left(\frac{\partial v}{\partial\theta} + u\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial w}{\partial\theta}\right)^2\right] + N_{r\theta}\cdot\left[\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial u}{\partial\theta} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial w}{\partial r}\cdot\frac{\partial w}{\partial\theta}\right]\right\} dA \qquad (16)$$

● Variaţia energiei potenţiale a sarcinilor exterioare ce acţionează în planul median, la trecerea din starea iniţială în starea voalată,

este egală şi de semn contrar cu variaţia lucrului mecanic al acestor forţe.

$$\Delta\pi_e = -\left[\int_0^{\alpha}(N_r\cdot r\cdot u)_{ri}^{re}\cdot d\theta + \int_0^{\alpha}(N_{r\theta}\cdot r\cdot v)_{ri}^{re}\cdot d\theta + \right.$$
$$\left. + \int_{ri}^{r_e}(N_\theta\cdot v)_0^{\alpha}\cdot dr + \int_{ri}^{r_e}(N_{\theta r}\cdot u)_0^{\alpha}\cdot dr\right] \qquad (17)$$

Respectînd condiţiile de echilibru şi aplicînd integrarea parţială, se obţine :

$$\Delta\pi_e = -\int_{(A)}\left[N_r\cdot\frac{\partial u}{\partial r} + N_\theta\left(\frac{\partial v}{\partial\theta} + u\right)\cdot\frac{1}{r} + \right.$$
$$\left. + N_{r\theta}\cdot\left(\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial u}{\partial\theta} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r}\right)\right] dA \qquad (18)$$

Observăm că expresia (18) este identică cu acea parte din energia potenţială de deformaţie acumulată de placă, datorită eforturilor situate în plan median, cînd neglijăm deformaţia w a plăcii. Considerînd întreaga variaţie a energiei potenţiale totale, cele două expresii se anulează.

Deci, placa plană solicitată în planul său median suferă o încovoiere relativ mică, compatibilă cu legăturile, la care neglijem extensia planului median. Atunci,

$$\Delta\pi = \Delta\pi_1 + \Delta\pi_2' \qquad (10')$$

$\Delta\pi_2'$ reprezintă energia potenţială acumulată de placă, datorită eforturilor situate în planul median, fără a considera extensia acestui plan.

Expresia energiei potenţiale totale, în coordonate carteziene, a fost obţinută pentru prima dată de G. H. Bryan, în 1890.

Avînd în vedere ecuaţia (9), se observă că :

$$\delta^2\pi =$$
$$= \int_0^{\alpha}\int_{ri}^{r_e} F\left(r,\ \theta,\ \frac{\partial w}{\partial r},\ \frac{\partial w}{\partial\theta},\ \frac{\partial^2 w}{\partial r^2},\ \frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2},\ \frac{\partial^2 w}{\partial r\,\partial\theta}\right) dr\, d\theta \qquad (19)$$

Condiţia (3) ne furnizează condiţia de echilibru pentru starea voalată. Scriind ecuaţia diferenţială a lui Euler, conform (5), în coordonate polare şi făcînd calculele se obţine expresia ecuaţiei diferenţiale a plăcii voalate :

$$\Delta^2 w = \frac{1}{D}\left[N_r\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + 2N_{r\theta}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r\,\partial\theta} - \right.\right.$$
$$\left.\left. - \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial w}{\partial\theta}\right)\cdot\frac{1}{r} + N_\theta\left(\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2} + \frac{\partial w}{\partial r}\right)\cdot\frac{1}{r}\right] \qquad (20)$$

Această ecuaţie se poate rezolva exact numai pentru cazuri rare.

O ecuaţie asemănătoare, în coordonate carteziene, pentru voalarea elastică a plăcii dreptunghiulare simplu rezemate şi supuse la compresiune laterală pe o direcţie a fost obţinută în 1888 de G. H. Bryan [5].

3. Deducerea condiţiei de voalare

Pentru a evita o soluţionare a ecuaţiei diferenţiale (20) se va aplica în continuare metoda variaţională Ritz pentru a exprima condiţia voalării plăcii decupate dintr-o coroană circulară şi a găsi parametrul critic.

Asemănător cu placa dreptunghiulară, unde s-a ales o serie dublă sinusoidală pentru a aprecia figura deformată, se poate alege, ca funcţie proprie aproximativă, seria : [6]

$$w(r,\theta) =$$
$$= \sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{N} A_{mn}\cdot\sin\frac{m\pi\theta}{\alpha}\cdot\left[\sin\frac{n\cdot\pi\cdot\ln\frac{r}{r_e}}{\ln\frac{r_i}{r_e}}\left(1 + \right.\right.$$
$$\left.\left. + k_{1,n}\cdot\mathrm{sh}\frac{n\cdot\pi\cdot\ln\frac{r}{r_e}}{\ln\frac{r_i}{r_e}} + k_{2,n}\mathrm{ch}\frac{n\cdot\pi\cdot\ln\frac{r}{r_e}}{\ln\frac{r_i}{r_e}}\right)\right] \qquad (21)$$

Această serie dublă îndeplineşte atît condiţiile marginale geometrice (22′), cît şi cele statice (22″). Astfel,

$$\left.\begin{array}{l}\text{pentru: } \theta = 0 \text{ şi } \theta = \alpha \ldots w = 0\\ r = r_i \text{ şi } r = r_e \ldots w = 0\end{array}\right\}\ldots(22')$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{pentru: } \theta = 0 \text{ şi } \theta = \alpha \ldots M_\theta = 0\\ r = r_i \text{ şi } r = r_e \ldots M_r = 0\end{array}\right\}\ldots(22'')$$

Dar această funcţie de apreciere cere o dezvoltare mare a calculului.

Avînd în vedere că această funcţie trebuie să îndeplinească numai condiţiile la limită geometrice şi că expresia dintre paranteze are o valoare apropiată de unitate (în special pentru valori mari ale lui n şi $\frac{r_i}{r_e}$), pare justificată simplificarea care urmează :

$$w(r,\theta) = \sum_{m=2}^{M}\sum_{n=1}^{M} A_{mn}\cdot\sin\frac{m\cdot\pi\cdot\theta}{\alpha}\cdot$$
$$\cdot\sin\frac{n\cdot\pi\cdot\ln\frac{r}{r_e}}{\ln\frac{r_i}{r_e}} \qquad \ldots (23)$$

Seria îndeplineşte condiţiile marginale cinematice (22′) iar cele statice numai la marginile : $\theta = 0$ şi $\theta = \alpha$.

Pentru a ne putea furniza o soluţie de o anumită precizie, numărul termenilor necesari celor

două funcţii (21) şi respectiv (23) va fi cam egal (în special pentru un raport $\frac{r_i}{r_e}$ crescînd).

Notăm cu :

$$(24)\cdots\begin{cases} d = \dfrac{r_i}{r_e}\ ; \ \ln d = \rho_d \\ \rho = \ln \dfrac{r}{r_e} \end{cases}$$

şi obţinem în final :

$$w(\rho,\theta) = \sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{N} A_{mn} \sin\frac{m\cdot\pi\cdot\theta}{\alpha}\cdot \sin\frac{n\cdot\pi\cdot\rho}{\rho_d} \quad \ldots(25)$$

Vom lua în considerare şi cota-parte a energiei potenţiale a rigidizărilor radiale ($\Delta\pi_r$), rigidizări care intră în acţiune numai atunci cînd placa tinde să treacă într-o poziţie de echilibru infinit vecină. Neglijăm rigiditatea la torsiune a rigidizărilor [7].

Conform ecuaţiei (3′) şi procedeului Ritz, rezultă :

$$\frac{\partial(\delta^2\pi)}{\partial A_{mn}} = \frac{\partial(\delta^2\pi_1)}{\partial A_{mn}} + \frac{\partial(\delta^2\pi_2')}{\partial A_{mn}} + \frac{\partial(\delta^2\pi_r)}{\partial A_{mn}} = 0 \quad (26)$$

Avînd în vedere expresiile (13), (16) şi cea a variaţiei energiei potenţiale totale, derivînd funcţia (25) în raport cu variabilele ρ şi θ şi efectuînd integralele determinate de care ne vom folosi la deducerea condiţiei de voalare, rezultă pe rînd :

$$\frac{\partial(\delta^2\pi_1)}{\partial A_{mn}} = D\cdot\int_{ri}^{r_e}\int_0^{\alpha}\Bigg\{2\cdot\Delta w\cdot\frac{\partial(\Delta w)}{\partial A_{mn}} - 2(1-\mu)\Bigg[\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\Big\langle\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2}\right)}{\partial A_{mn}} + \frac{\partial\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)}{\partial A_{mn}}\Big\rangle + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\right)}{\partial A_{mn}}\cdot\left(\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\theta^2}+\frac{\partial w}{\partial r}\right) - \frac{2}{r}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r\,\partial\theta}-\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial w}{\partial r}\right)\cdot\Big\langle\frac{\partial\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r\,\partial\theta}\right)}{\partial A_{mn}} - \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)}{\partial A_{mn}}\Big\rangle\Bigg]\Bigg\} r\cdot dr\cdot d\theta \quad \ldots(27)$$

$$\frac{\partial(\delta^2\pi_2')}{\partial A_{mn}} = \int_{ri}^{r_e}\int_0^{\alpha}\Bigg\{2N_r\cdot\frac{\partial w}{\partial r}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)}{\partial A_{mn}} + 2N_\theta\cdot\frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial w}{\partial\theta}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial w}{\partial\theta}\right)}{\partial A_{mn}} + 2N_{r\theta}\cdot\frac{1}{r}\cdot\Bigg[\frac{\partial w}{\partial r}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial w}{\partial\theta}\right)}{\partial A_{mn}} + \frac{\partial w}{\partial\theta}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)}{\partial A_{mn}}\Bigg]\Bigg\} r\cdot dr\cdot d\theta\cdots \quad (28)$$

Forţele N_r, N_θ şi $N_{r\theta}$ le obţinem în urma cazului de solicitare respectiv, funcţie de variabila ρ.

În sfîrşit, să evaluăm partea din energia potenţială a rigidizărilor radiale, dispuse simetric faţă de planul median al plăcii. Ele încep să lucreze doar în momentul cînd placa tinde să-şi piardă forma sa plană.

În urma încovoierii unei rigidizări de rigiditate $E\cdot I_r$, variaţia energiei potenţiale este :

$$\frac{1}{2}\,\delta^2\pi_r = \int_{ri}^{r_e} E\cdot I_r\cdot\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\right)^2\cdot dr \quad \ldots(29)$$

şi,

$$\frac{\partial(\delta^2\pi_r)}{\partial A_{mn}} = 2\cdot\int_{ri}^{r_e} E\cdot I_r\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\cdot\frac{\partial\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\right)}{\partial A_{mn}}\cdot dr \quad \ldots(30)$$

Pentru o rigidizare i, se alege în mod similar cu (25) expresia aproximativă a deplasării w :

$$w(\rho,\theta) = \sum_p\sum_q A_{pq}\cdot\sin\frac{p\cdot\pi\cdot\theta_i}{\alpha}\cdot\sin\frac{q\cdot\pi\cdot\rho}{\rho_d} \quad (31)$$

Introducînd expresiile (27), (28) şi (30) în ecuaţia de condiţie (26), obţinem conform (7) ($M.N$) ecuaţii omogene pentru ($M.N$) coeficienţi nedeterminaţi A_{mn} ai funcţiei de aproximare w (ρ, θ), care are ($M.N$) termeni.

În cazul de solicitare cel mai general, sistemul de ecuaţii se poate scrie sub formă matricială.

4. Calculul coeficientul de voalare pentru placa solicitată punctual simetric.

Placa din fig. 3 este solicitată simetric de forţele marginale constante p_i şi p_e şi de eforturile M_0 şi N_0. Ca urmare, apare şi o distribuţie punctual simetrică a eforturilor unitare, deci, în puncte egal depărtate de pol, tensiunile sînt identice (nu depind de θ).

Ca urmare, ecuaţia cu derivate parţiale, care exprimă condiţia de compatibilitate, devine

$$\frac{d^4F}{dr^4} + \frac{2}{r}\cdot\frac{d^3F}{dr^3} - \frac{1}{r^2}\cdot\frac{d^2F}{dr^2} + \frac{1}{r^3}\cdot\frac{dF}{dr} = 0 \quad (32)$$

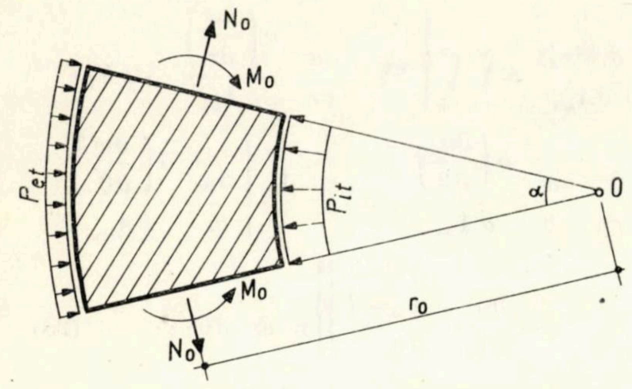


Fig. 3

Soluția acestei ecuații :

$$F(r) = C_1 \cdot \ln \frac{r}{r_e^2} + \left(\frac{r}{r_e}\right)^2 \cdot \left(C_2 + C_3 \ln \frac{r}{r_e}\right) + C_4 \tag{33}$$

Expresiile eforturilor unitare :

$$\sigma_\theta = \frac{1}{r_e^2} \cdot \left[-C_1 \cdot \frac{1}{e^{2\rho}} + 2C_2 + C_3 \cdot (3 + 2\rho) \right] \tag{34}$$

$$\sigma_r = \frac{1}{r_e^2} \cdot \left[C_1 \cdot \frac{1}{e^{2\rho}} + 2 \cdot C_2 + C_3 (1 + 2 \cdot \rho) \right]$$

Avem nevoie de trei condiții marginale pentru a determina constantele de integrare.

— pentru : $r = r_e \cdots \sigma_r = -p_e$

$$C_1 + 2C_2 + C_3 = -r_e^2 \cdot p_e \cdots \tag{35}$$

— pentru : $r = r_i \cdots \sigma_r = -p_i$

$$\frac{C_1}{d^2} + 2C_2 + C_3(1 - 2 \cdot \rho_d) = -r_e^2 p_i \cdots \tag{36}$$

— pentru secțiunea θ, $\Sigma M_i = 0$

unde

$$t \cdot \int_{r_i}^{r_e} \sigma_\theta \cdot r \cdot dr = M_0 + N_0 \cdot r \ldots \tag{37}$$

$$(38) \ldots N_0 = (p_i d - p_e) \cdot r_e \cdot t$$

Starea de tensiune, funcție de M_0, este :

$$\sigma_\theta = \frac{M_0}{t \cdot r_e^2} \left[-\frac{\overline{C}_1}{e^{2\rho}} + (2 \cdot \overline{C}_3 - \overline{C}_1 - p_e) + 2 \cdot \overline{C}_3 \cdot \rho \right] \tag{39}$$

$$\sigma_r = \frac{M_0}{t \cdot r_e^2} \cdot \left[\frac{\overline{C}_1}{e^{2\rho}} - (\overline{C}_1 + p_e) + 2 \cdot \overline{C}_3 \cdot \rho \right]$$

Eforturile în funcție de tensiuni, considerînd variabila ρ

$$N_0 = t \,.\, \sigma_0 \ \ \text{și} \ \ N_r = t \,.\, \sigma_r$$

se introduc în ecuația (32) și, făcînd toate calculele, obținem :

$$\frac{\partial(\delta^2 \pi_1)}{A_m \partial_n} = -D \cdot \frac{1}{r_e^2} \sum_q A_{mq} R_{mnmq} \ldots \tag{40}$$

Unde,

$$R_{mnmq} = \alpha \cdot \frac{n \cdot q \cdot \left(\frac{\pi}{\rho_d}\right)^2 \cdot [1 - (-1)^{n+1} \cdot d^2]}{\left[4 + \frac{(n-q)^2 \cdot \pi^2}{\rho_d^2}\right] \cdot \left[4 + \frac{(n+q)^2 \cdot \pi^2}{\rho_d^2}\right]} \times$$

$$\times \left\{ 4\left[\left(\frac{m\pi}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{\rho_d}\right)^2\right] \times \left[\left(\frac{m\pi}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{\rho\pi}{\rho_d}\right)^2\right] + \right.$$

$$+ (1 - \mu)\left[(n^2 - q^2) \cdot \left(\frac{\pi}{\rho_d}\right)^4 + 8(n^2 + q^2) \times \right.$$

$$\left.\left. \times \left(\frac{\pi}{\rho_d}\right)^2 + 16\right]\right\} \cdots \tag{41}$$

Și

$$\frac{\partial(\delta^2 \pi_2')}{\partial A_{mn}} = \frac{M_0}{r_e^2}\left[A_{mn} \cdot B^1_{mnmn} + \sum_q A_{mq} \cdot B^2_{mnmq} + \right.$$

$$\left. + \sum_{\substack{q \\ (n+q = \text{impar})}} A_{mq} \cdot B^3_{mnmq}\right] \cdots \tag{42}$$

unde parametrii B^1_{mnmn}, B^2_{mnmq}, B^3_{mnmq} sînt funcție de constantele $\overline{C}_1$, $\overline{C}_2$, $\overline{C}_3$ și ρ_d, d, p_e.

Considerăm placa fără nervuri de rigidizare. Ecuația de condiție (30) devine :

$$\sum_q A_{mq} \cdot R_{mnmq} - k_m \cdot (A_{mn} \cdot B^1_{mnmn} + \sum_q A_{mq} \cdot B^2_{mnmq} +$$

$$+ \sum_{\substack{q \\ (n+q = \text{impar})}} A_{mq} \cdot B^3_{mnmq}) = 0 \tag{43}$$

Matricea de voalare corespunzătoare este simetrică față de diagonala principală.

Vom raporta factorul de voalare k_M la momentul încovoietor

$$k_M = \frac{M_0^{\text{critic}}}{D}, \tag{44}$$

deoarece raportîndu-ne la un efort unitar de compresiune, capacitatea de rezistență a plăcii ar fi necorespunzător caracterizată. Aceasta deoarece pentru încărcări similare, efortul unitar de compresiune la partea interioară a plăcii crește o dată cu micșorarea raportului d.

Pentru obținerea celei mai mici valori proprii din sistemul de ecuații (43) se va folosi procedeul de iterare tip Wieland [7].

Dacă considerăm placa decupată dintr-o coroană circulară, solicitată simetric la încovoiere pură, coeficientul de voalare k_M și parametrul m, care indică numărul de semiunde în direcția θ, cresc direct proporțional cu raportul d.

Unghiul la centru dintre două linii nodale vecine devine tot mai mic și, la limită, porțiunea de placă cuprinsă între două asemenea linii de inflexiune ia forma unui dreptunghi.

Coeficientul de voalare tinde asimptotic spre 39,3 care reprezintă chiar valoarea minimă a acestui coeficient, în cazul plăcilor dreptunghiulare (fig. 4).

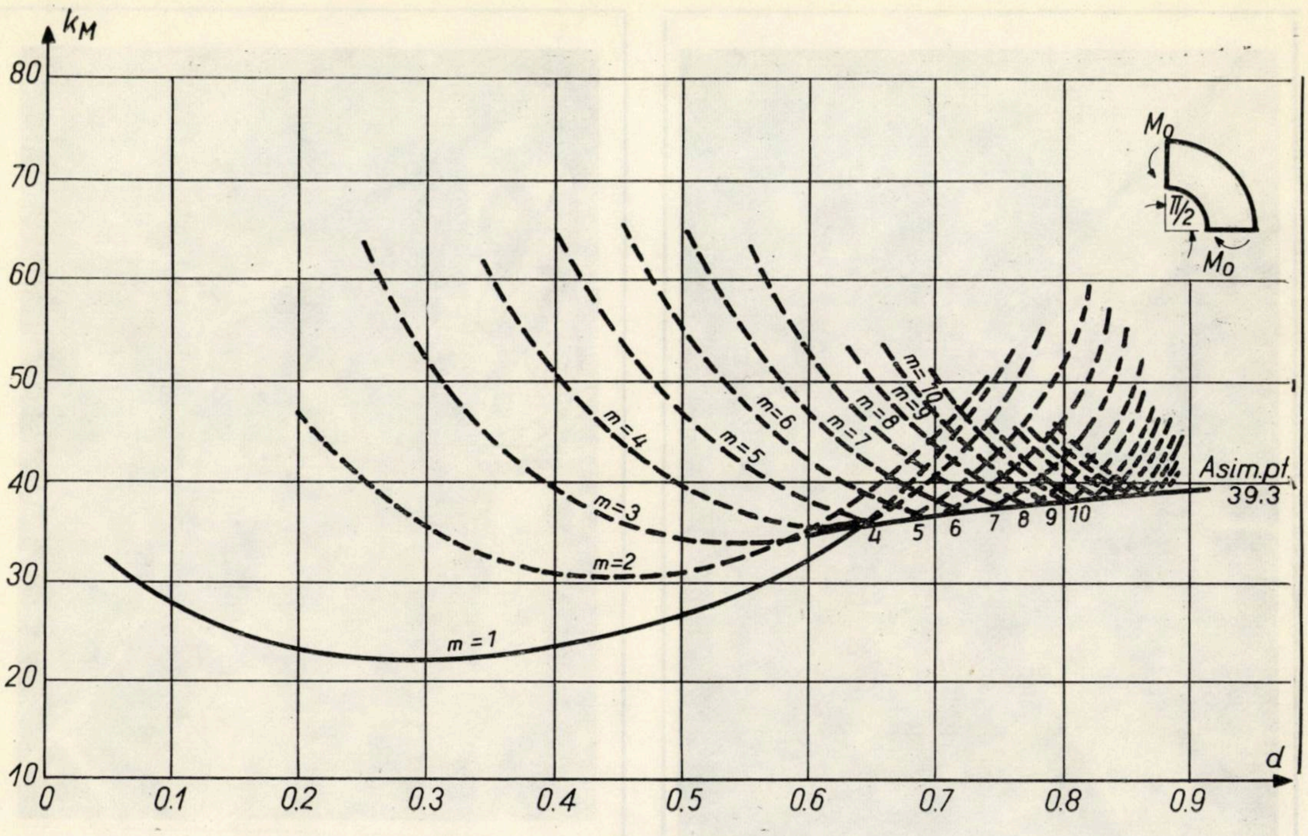


Fig. 4

Valorile coeficientului de voalare se modifică puțin în funcție de dimensiunile plăcii tălpii. Ele pot deveni mai mici, pentru plăci mai late [8]. Aceasta deoarece :

● Pentru o talpă cu secțiunea transversală mai mare, valoarea efortului unitar normal tangențial σ_0 , pentru $r = r_i$, se poate atenua, dar crește în schimb valoarea efortului unitar normal radial σ_y , care adeseori are o influență mai mare asupra voalării inimii.

● Cînd tălpile interioară și exterioară sînt egale, lățimea activă a tălpii exterioare este mai mare decît a celei interioare. (Diferența este cu atît mai mare, cu cît tălpile sînt mai

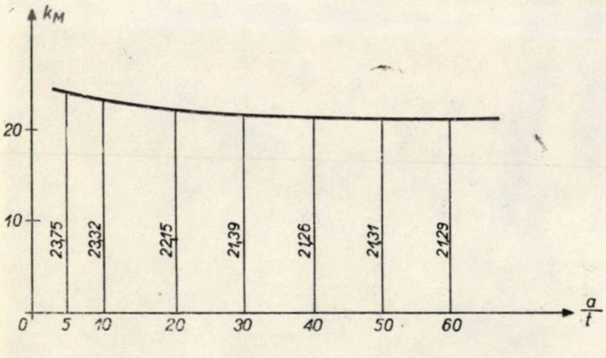


Fig. 5

late). Ca urmare, axa neutră se mută spre marginea exterioară și zona de compresiune a efortului unitar σ_0 devine mai mare.

În fig. 5 este reprezentată variația coeficientului de voalare în funcție de raportul $\frac{a}{t}$ (presupunînd egale lățimile a ale celor două tălpi).

Dacă însă talpa interioară se face mai lată decît cea exterioară, valoarea coeficientului de voalare crește.

Exemplu :

— Pentru : $a_i = a_e = 10 \cdot t \cdots k_M = 23{,}32$

— Pentru : $a_i = 20 \cdot t$

$a_e = 10 \cdot t \cdots\cdots k_M = 24{,}18$

5. Eficiența nervurilor de rigidizare

Analizînd experimental modul în care s-au comportat diferite modele de colțuri de cadre metalice cu racordare curbă, rezultă anumite concluzii practice legate de comportarea rigidizărilor radiale.

Astfel, în afară de nervurile complete dispuse la racordarea colțului cu rigla și stîlpul, este necesară cel puțin o nervură completă dispusă aproximativ la mijlocul colțului (fig. 6).

Această nervură de rigidizare leagă talpa comprimată de cea întinsă sau de alte elemente de legătură longitudinale. Legătura are un efect favorabil asupra stabilității generale a colțului de cadru.

În ceea ce privește nervurile scurte, așezate radial între nervurile complete, se constată că efectul lor este practic redus asupra capacității portante a elementului (fig.7).

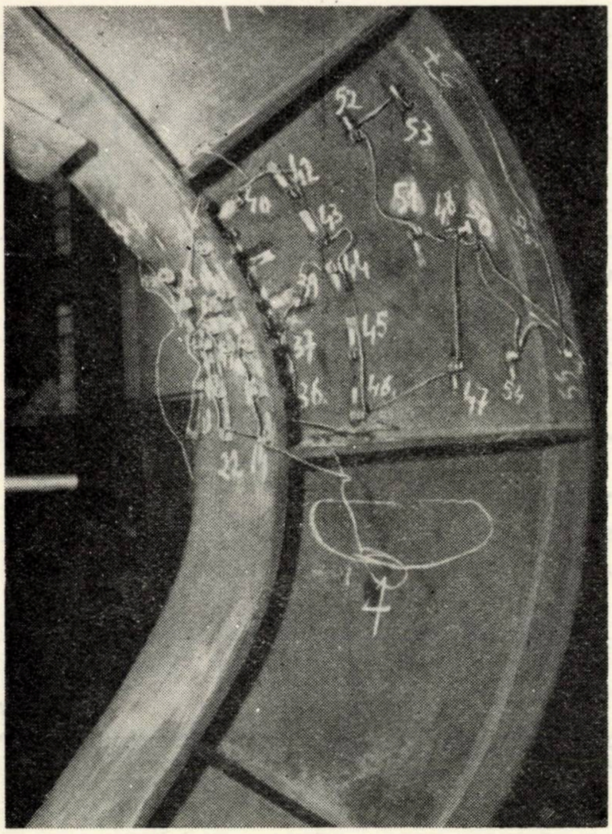


Fig. 6 a

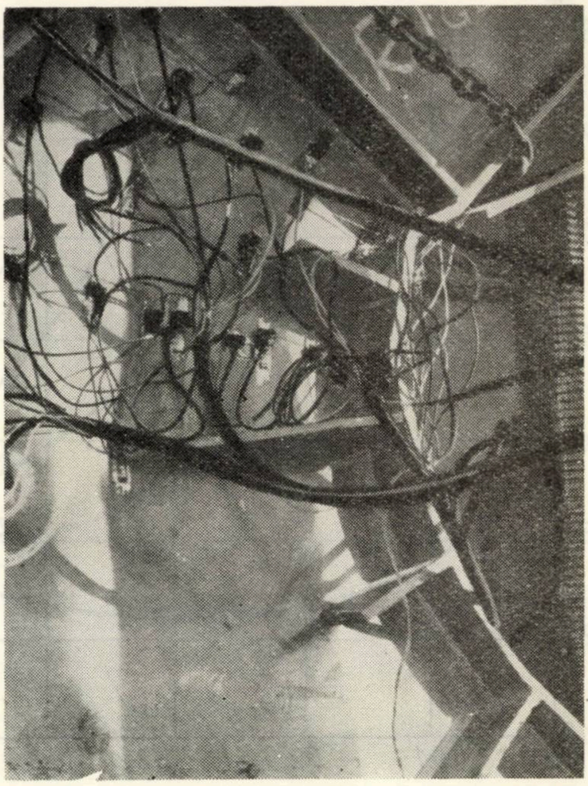


Fig. 7 a

Fig. 6 b

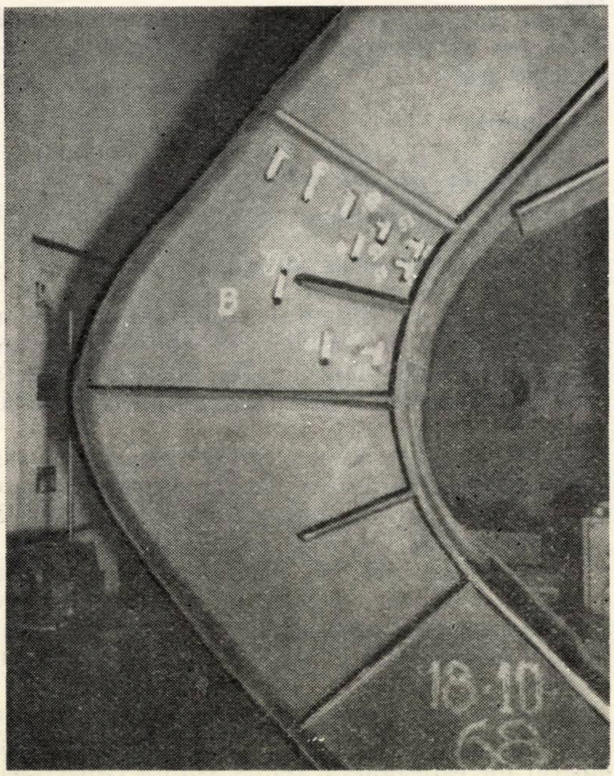
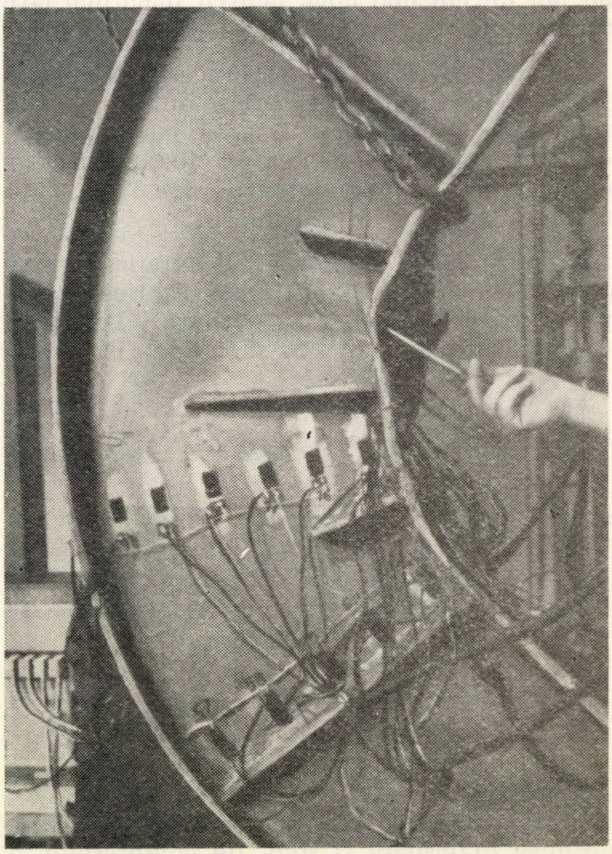


Fig. 7 b



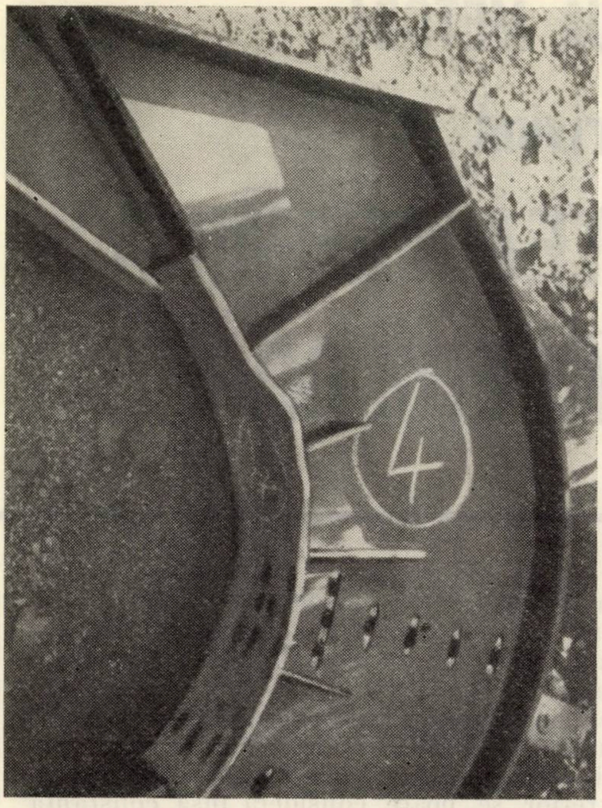


Fig. 8

Pentru tipurile de colțuri de cadre experimentate, s-a constatat că ele nu întîrzie sensibil apariția deformațiilor plastice accentuate ale tălpii comprimate și zonei aferente din inimă (deformații care preced starea de cedare finală).

Nervurile scurte nu împiedică deplanarea inimii și răsucirea secțiunii, în stadiul limită ele fiind antrenate de deformația inimii (fig. 8).

Eficiența lor s-ar putea manifesta în cazul cînd ar fi legate cu o nervură longitudinală, paralelă cu talpa interioară comprimată, soluție indicată și de unele tratate de specialitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] TREFFZ, E. : *Zur Theorie der Stabilität des elastischen Gleichgewichts*. Zeitschrift für angewandte Mathem. und Mech. Bd. 13, 1933.

[2] KLÖPPEL, K., LIE, K. H. : *Das hinreichende Kriterium für den Verzweigungspunkt des elastischen Gleichgewichts*. Der Stahlbau, Heft 6/7, 1943.

[3] RITZ, W. : *Über eine neue Methode zur Lösung gewisser Variationsprobleme der mathematischen Physik*. Journal für die reine und angewandte Mathematik, 1909.

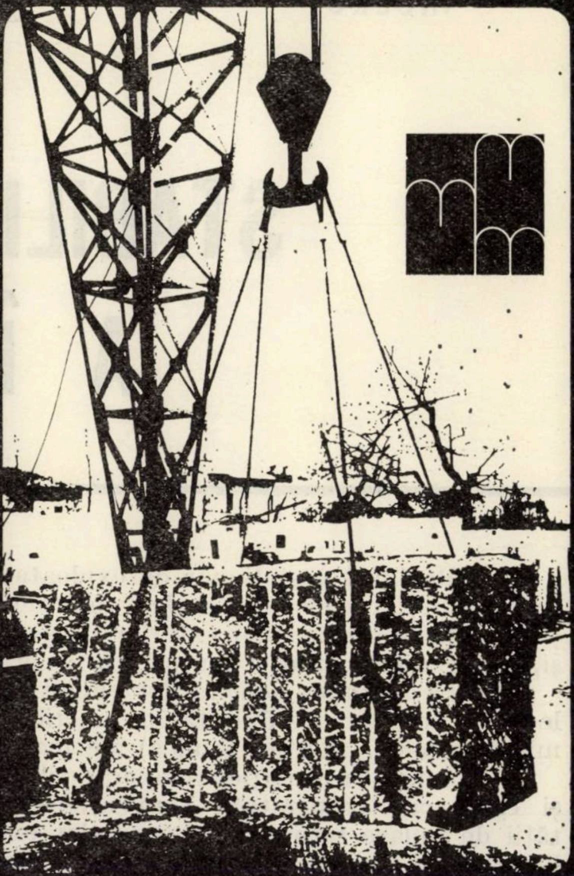
[4] RĂUTU, S., BERGMAN, M. : *Stabilitatea statică a sistemelor elastice*. București, 1960.

[5] BEEDLE, ș.a. : *Structural steel design* (cap. „*Local Buckling*”). New York, 1964.

[6] KING-YUEN, CHU : *Beuluntersuchung von ebenen Stegblechen kreisförmig gekrümmter Träger mit I — Querschnitt*. Der Stahlbau, Heft 5, 1966.

[7] ZÜRMÜHL, R. : *Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker*. (*Matrizen*). Springer Verlag, 1961.

[8] IEREMIA, M. : *Studiul comportării colțurilor curbe încovoiate și comprimate ale cadrelor metalice de hale industriale*. Conferința de mecanică tehnică, București, 1967.



4 — 12 septembrie 1971

la San Ambrogio di Valpolicella/Verona (Italia)

Cel de-al 9-lea Tîrg internațional al marmurii și mașinilor pentru industria marmurii

Expoziție internațională de marmuri, pietre, granituri și produsele lor secundare, mașini și utilaje pentru industria marmurii

Pentru informații suplimentare adresați-vă la: P.O. Box 32. 37010 S. Ambrogio di Valpolicella, Verona, Italia

Ing. EUGENIU DIMITRIU-VÂLCEA
INCERC

O NOUĂ METODĂ privind STABILITATEA TERMICĂ A ÎNCĂPERILOR

Regimul nestaționar de exploatare, din punct de vedere termotehnic de iarnă, al încăperilor și elementelor de construcție separatoare se datorează, pe de o parte, oscilației temperaturii aerului exterior și, pe de altă parte, întreruperilor instalației de încălzire și, ca urmare, variației temperaturii aerului în interiorul încăperilor.

La acțiunea solicitărilor climatice exterioare și interioare valabile în timp, clădirile au o comportare diferită în funcție de alcătuirea și caracteristicile termofizice (transmisie termică, inerție termică) ale materialelor și elementelor de construcție componente.

Acțiunea variației temperaturii aerului exterior se poate considera însă constantă și egală cu temperatura convențională de calcul, deoarece, la dimensionarea capacității de izolare termică a elementelor exterioare de construcție, aceasta a fost astfel stabilită încît să se realizeze condițiile sanitar-igienice necesare în interiorul clădirilor, iar variația temperaturii de calcul să fie amortizată în interiorul elementelor exterioare de construcție, datorită inerției termice a acestora, neinfluențînd practic condițiile de confort interior.

La întreruperea încălzirii, iarna, clădirile noi ușoare se răcesc mai rapid și mai intensiv decît clădirile vechi, grele, ca urmare a capacității lor de acumulare calorică mai mică și deci inerției lor termice mai mici.

În cele ce urmează se prezintă o metodă pentru determinarea stabilității termice de iarnă a încăperilor în scopul stabilirii comportării construcțiilor la întreruperea încălzirii, astfel încît să se păstreze condițiile de confort interior.

1. Principiile de bază și ipotezele metodei propuse pentru determinarea stabilității termice a încăperilor

Metoda are la bază ecuația bilanțului global de căldură al unei încăperi, după întreruperea (parțială sau totală) a funcționării instalației de încălzire, care exprimă egalitatea între suma variațiilor cantității de căldură pierdută și acumulată în toate elementele de construcție delimitatoare exterioare (pereți, acoperișuri etc.) și interioare (pereți, planșee etc.), pe de o parte, și variația cantității de căldură debitată în încăpere de sistemul de încălzire, pe de altă parte.

Această ecuație are expresia următoare:

$$\{a_0\,[F\,\alpha_e(\vartheta_e - t_e) + F_F\,\alpha_e\,(\vartheta_{eF} - t_e)] + \xi V c_a\}\,\tau + W_I d\,\vartheta_{mI} + W d\,\vartheta_m = \eta_i Q d\tau \text{ [kcal]} \quad (1)$$

În ecuația de bază se fac următoarele ipoteze:

— distribuția temperaturii în elementele exterioare de construcție este liniară în timpul variației temperaturii aerului interior, elementele de construcție fiind ușoare și variația admisă a temperaturii interioare fiind mică (3—5 grd), adică:

$$\alpha_e\,(\vartheta_e - t_e) = K\,(t_i - t_e) \text{ [kcal/m}^2\text{h]} \quad (2)$$

$$\alpha_e\,(\vartheta_{eF} - t_e) = K_F(t_i - t_e) \text{ [kcal/m}^2\text{h]} \quad (3)$$

Ca urmare, temperatura medie a elementelor exterioare de construcție este egală cu suma unor fracțiuni din temperaturile interioare și respectiv exterioare:

$$\vartheta_m = \frac{\vartheta_e + \vartheta_i}{2} = m t_i + n t_e \text{ [°C]} \quad (4)$$

în care:

$$m = \frac{1}{2}\,[1 - K\,(R_i - R_e)] \quad (5)$$

la clădirile de locuit și social-culturale cu regim de încălzire discontinuu (încălzire prin centrale termice)

$$n = \frac{1}{2}[1 + K(R_i - R_e)] \quad (6)$$

— temperatura medie a elementelor interioare de construcție este egală în timpul răcirii cu temperatura aerului interior, adică

$$\vartheta_{mI} = t_i \quad [°C] \quad (7)$$

și deci

$$d\vartheta_{mI} = dt_i \quad (8)$$

— elementele de construcție sînt omogene, atît cele exterioare:

$$W = \Sigma Fd\,\rho\,c \quad [\text{kcal/grd}] \quad (9)$$

cît și cele interioare

$$W_I = \Sigma F \Sigma\, d\,\rho\,c \quad [\text{kcal/grd}] \quad (10)$$

— schimbul de aer în încăpere este de un volum pe oră:

$$\xi = 1 \quad [1/\text{h}] \quad (11)$$

— capacitatea de acumulare calorică a ferestrelor este neglijabilă:

$$W_F = 0 \quad (12)$$

Notînd:

$$q = A_0\,(FK + F_F K_F) + \xi V c_a \quad [\text{kcal/hgrd}] \quad (13)$$

$$\overline{W} = W_I + mW \quad [\text{kcal/grd}] \quad (14)$$

relația (1) devine:

$$q(t_{i\tau} - t_e)\,d\tau + \overline{W}\,dt_i = \eta\,Q d\tau \quad [\text{kcal}] \quad (15)$$

Printr-o transformare simplă a soluției ecuației (15), obținută prin integrare, se obține valoarea diferenței de temperatură între aerul interior în momentul întreruperii încălzirii și după un anumit timp τ de la întrerupere:

$$\Delta t_{i\tau} = \Delta t\,(1 - \eta)\,(1 - e^{-A\tau}) \quad [\text{grd}] \quad (16)$$

în care

$$\Delta t_{i\tau} = t_i - t_{i\tau} \quad [\text{grd}] \quad (17)$$

$$\Delta t = t_i - t_e \quad [\text{grd}] \quad (18)$$

$$A = \frac{q}{\overline{W}} \quad [1/\text{h}] \quad (19)$$

$$Q = q\,\Delta t \quad [\text{kcal/h}] \quad (20)$$

În cazul unei întreruperi totale a încălzirii, relația (16) devine

$$\Delta t_{i\tau} = \Delta t\,(1 - e^{-A\tau}) \quad [\text{grd}] \quad (21)$$

Pentru îndeplinirea condițiilor de confort interior, valoarea $\Delta t_{i\tau}$ trebuie să fie mai mică decît o anumită valoare de confort $\Delta t_{i_{\text{adm}}}$ limi-

Tabelul 1

Denumirea caracteristicii	Simbol	U/M	Întreruperea încălzirii: parțială, $\eta = 0 \ldots 1$	Întreruperea încălzirii: totală, $\eta = 0$
Caracteristici de răcire necesară a încăperii	$A_{\text{nec}} = \frac{q}{\overline{W}}$	1/h	$\frac{1}{\tau}\ln\frac{\Delta t\,(1-\eta)}{\Delta t\,(1-\eta) - \Delta t_{i_{\text{adm}}}}$	$\frac{1}{\tau}\ln\frac{\Delta t}{\Delta t - \Delta t_{i_{\text{adm}}}}$
Durata necesară	τ_{nec}	h	$\frac{1}{A}\ln\frac{\Delta t\,(1-\eta)}{\Delta t\,(1-\eta) - \Delta t_{i_{\text{adm}}}}$	$\frac{1}{A}\ln\frac{\Delta t}{\Delta t - \Delta t_{i_{\text{adm}}}}$

tată, în literatura de specialitate, între 3 . . .5 grd, adică :

$$\Delta t_{i\tau} \leqslant \Delta t_{i_{adm}} \qquad \text{[grd]} \quad (22)$$

Din relațiile (20) și (21) se pot determina valoarea caracteristicii de răcire necesară A_{nec} a încăperii sau durata necesară τ_{nec} la care condiția (22) de stabilitate termică a încăperii este îndeplinită. Aceste valori sînt indicate în tabelul 1.

În cazul celor trei zone de temperaturi exterioare din țara noastră $t_e = -12°C$ (zona I), $t_e = -15°C$ (zona II), $t_e = -18°C$ (zona III), în ipoteza unei scăderi admisibile a temperaturii interioare $\Delta t_{i_{adm}}$ în timp de 8 ore, în funcție de temperatura aerului interior t_i după cum urmează :

$t_i = 20°C$ (camere curente, cu un element exterior) $\Delta t_{i_{adm}} = 3$ grd

$t_i = 21°C$ (cemere de colț cu două elemente exterioare) $\Delta t_{i_{adm}} = 4$ grd

$t_i = 22°C$ (camere de colț cu trei elemente exterioare) $\Delta t_{i_{adm}} = 5$ grd

se dau, în figura 1, valorile A_{nec}.

Valorile τ_{nec}, în condițiile susmenționate, sînt indicate în fig. 2.

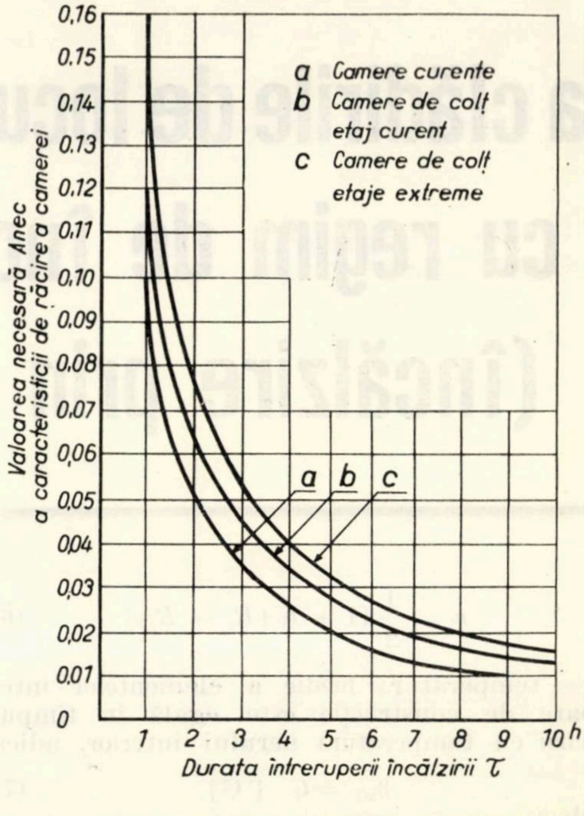


Fig. 1 — Valoarea necesară A_{nec} (limita superioară) a valorii caracteristicii de răcire A în funcție de durata întreruperii încălzirii pentru :

a — Camere curente . . . . $\Delta t_{i_{adm}}/\Delta t = 3/32$

b — Camere de colț, etaj curent . . ,, $= 4/33$

c — Camere de colț, ultimul etaj. . ,, $= 5/34$

2. Cazul elementelor exterioare alcătuite din mai multe straturi

Formulele de calcul (20) și (21) se pot aplica și în cazul unor elemente exterioare în mai multe straturi, în aceste formule, în expresia caracteristicii de răcire A a încăperii, introducîndu-se valoarea coeficientului m dată de relația :

$$m = 1 - k \sum_{1}^{j} \frac{W_j}{W} \left(\sum_{0}^{j-1} \frac{Kd}{\lambda} + \frac{1}{2} \frac{d_j}{\lambda_j} \right) \quad (23)$$

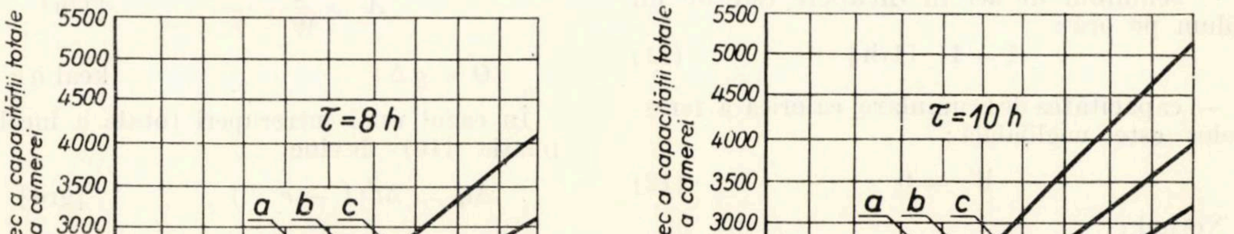


Fig. 2 — Valoarea necesară W_{nec} (limita inferioară) a capacității de acumulare a unei camere în funcție de pierderile de căldură pe grad după întreruperea încălzirii (aceleași condiții ca la fig. 1)

a — camere curente ; b — camere de colț, etaj curent ; c — camere de colț, etaje extreme

Pentru elementele de construcţie din două şi trei straturi, coeficientul m este dat în tabelul 2.

Tabelul 2

Alcătuirea elementului de construcţie	Coeficientul m
în 2 straturi	$1-\frac{1}{W_1+W_2}(2W_1R_i+1{,}5W_1R_1+0{,}5W_2R_2+ + 0{,}5\,W_2\,R_2)$
în 3 straturi	$1-\frac{1}{W_1+W_2+W_3}[R_i\,(3W_1+2W_2+W_3)+ + R_1\,(2{,}5\,W_1+2W_2+W_3)+R_2\,(1{,}5\,W_1+ + 1{,}5\,W_2+W_3)+R_3\,(0{,}5\,W_1+0{,}5\,W_2+ + 0{,}5\,W_3)]$

3. Rezistenţa unitară, grosimea, coeficientul de transmisie termică a peretelui exterior plin presupus omogen

Fie o cameră pentru care se dă :

— capacitatea de acumulare calorică W_I a elementelor interioare de construcţie (pereţi, planşee etc.) ;

— suprafaţa totală a pereţilor exteriori considerîndu-se :

$F_F = fF$ a pereţilor vitraţi, pe care îi vom numi ,,ferestre'' ;

$F = (1-f)\,F'$ a pereţilor plini, pe care îi vom numi ,,ziduri'' ;

— pierderile de căldură prin ferestre :

$$q_F = (1+a_0)\,F_F\,K_F + \xi V c_a. \tag{24}$$

Se propune a se calcula valoarea rezistenţei termice unitare a zidului de la o faţă a zidului la cealaltă :

$$R_{nec} = d/\lambda \tag{25}$$

sau cea a rezistenţei unitare la schimb de căldură global a zidului de la aerul interior la aerul exterior :

$$R_{onec} = R + R_i + R_e \tag{26}$$

necesară pentru a satisface condiţia de stabilitate termică pentru o întrerupere totală a încălzirii pe o perioadă de timp τ ore.

Pentru un material cu o conductivitate λ, se va putea deduce grosimea necesară :

$$d_{nec} = \lambda R_{nec} \tag{27}$$

Conform relaţiei (22) în cazul $\eta = 0$, caracteristica $A = \frac{q}{W}$ a încăperii este necesar să fie egală cu :

$$A_{nec} = \frac{1}{\tau}\ln\frac{\Delta t}{\Delta t - \Delta t_{iadm}}. \tag{28}$$

Ecuaţia de bază este :

$$\frac{q}{\overline{W}} = A \tag{29}$$

în care se va da lui A valoarea de mai sus, q şi $\overline{W}$ fiind exprimate în funcţie de :

$$x = R = d/\lambda \tag{30}$$

sau

$$y = R_0 = 1/k = x + (R_i + R_e). \tag{31}$$

Este uşor de a raporta schimburile de căldură şi capacitatea de acumulare termică a suprafeţei totale F' a pereţilor exteriori :

Se va nota :

$$\omega_i = \frac{W_I}{F'}, \tag{32}$$

$$\omega = \frac{W}{(1-f)\,F'} = dc\,\rho = \omega x, \tag{33}$$

$$\text{în care } \omega = \lambda c \rho \tag{34}$$

De unde expresiile în y :

$$q = \frac{(1+a_0)\,(1-f)\,F'}{y} + q_F \tag{35}$$

$$\overline{W} = W_I + mW = \omega_i F' + + \frac{0{,}5\,[y-(R_i-R_e)](1-f)F'\omega\,[y-(R_i+R_e)]}{y} \tag{36}$$

Pentru a simplifica prezentarea calculelor se introduc termenii :

$$X = \frac{1}{A}\,\frac{qF}{F'} - \omega_i\,;\; y = \frac{X}{1-f} = = \frac{1}{1-f}\left(\frac{1}{A}\,\frac{qF}{F'} - \omega_i\right) \tag{37}$$

Sub forma :

$$\frac{1}{A}\cdot\frac{q}{F'} = \frac{\overline{W}}{F'},$$

ecuaţia se scrie :

$$\frac{1}{A}\,\frac{(1+a_0)\,(1-f)}{y} + \frac{1}{A}\cdot\frac{qF}{F'} = \omega_i + + \frac{0{,}5\,(1-f)\omega}{y}\,[y^2 - 2\,R_i\,y + (R_i^2 - R_e^2)],$$

$$0{,}5\,(1-f)\omega y^2 - [R_i\,(1-f)\omega + X]\,y + + 0{,}5\,(R_i^2 - R_e^2)\,(1-f)\omega - \frac{1}{A}(1+a_0)\times \times (1-f) = 0 \tag{38}$$

Este o ecuaţie de gradul doi, de forma :

$$ay^2 + by + c = 0$$

care dă

$$y = -\frac{b}{2\,a} + \sqrt{\left(\frac{b}{2\,a}\right)^2 - \frac{c}{a}},$$

cu

$$-\frac{b}{a} = R_i + \frac{X}{\omega} = R_i + Y,$$

și

$$-\frac{c}{a} = \frac{2}{A}\,\frac{(1 + a_0)}{\omega} - (R_i^2 - R_e^2)$$

De unde:

$$y = R_i + Y +$$

$$+ \sqrt{(R_i + Y)^2 + \frac{2}{A}\left(\frac{1 + a_0}{\omega}\right) - (R_i^2 - R_e^2)} \quad (39)$$

care va da:

$$\frac{1}{K_{\text{nec}}} = R_{o\,\text{nec}} = y_{\text{nec}}$$

Dacă dăm lui $\frac{1}{A}$ valoarea necesară:

$$\frac{1}{A_{\text{nec}}} = \frac{\tau}{\ln \dfrac{\Delta t}{\Delta t - \Delta t_{i\text{adm}}}}$$

$$R_{\text{nec}} = (d/\lambda)_{\text{nec}} = x_{\text{nec}} = y_{\text{nec}} - (R_i + R_e),$$

$$x_{\text{nec}} = Y - R_e +$$

$$+ \sqrt{(R_i + Y)^2 + \frac{2}{A}\left(\frac{1 + a_0}{\omega}\right) - (R_i^2 - R_e^2)} =$$

$$= Y - R_e + \sqrt{Z} \quad (40)$$

$$d_{\text{nec}} = \lambda x_{\text{nec}} = \frac{\lambda}{1 - f}\left(\frac{1}{A}\,\frac{q_F}{F'} - \omega_i\right) - R_e\lambda + \lambda\sqrt{Z} \quad (41)$$

unde Z este expresia parantezei.

Se poate la fel de bine să se obțină o ecuație de gradul doi în x, înlocuind pe y prin $x + R_i + R_e$ în expresiile lui q și $\overline{W}$. Se obține pentru x aceeași expresie ca cea de mai sus, dar avînd sub radical un polinom mai complicat, a cărui identitate cu cel care dă ecuația în y este ușor de arătat.

Curbele din figura 3 reprezintă variația lui K_{nec} în funcție de y pentru aceeași valoare a lui $\omega = \lambda c\rho = 265$ și două valori a lui A, corespunzînd lui $\Delta t_{i\text{adm}} = 3°\text{C}$ și $5°\text{C}$ și $\tau = 8$ h.

4. Comparație cu un perete tip

Fie o cameră al cărei perete exterior este constituit dintr-un material determinat, ales ca etalon, cu proprietățile λ_E, c_E, ρ_E; $\omega_E = \lambda_E c_E \rho_E$.

și grosimea d_F de unde:

$$1/k_E = d_E/\lambda_E + (R_i + R_e) \quad (42)$$

$$\text{și } \omega_E = d_E c_E \rho_E. \quad (43)$$

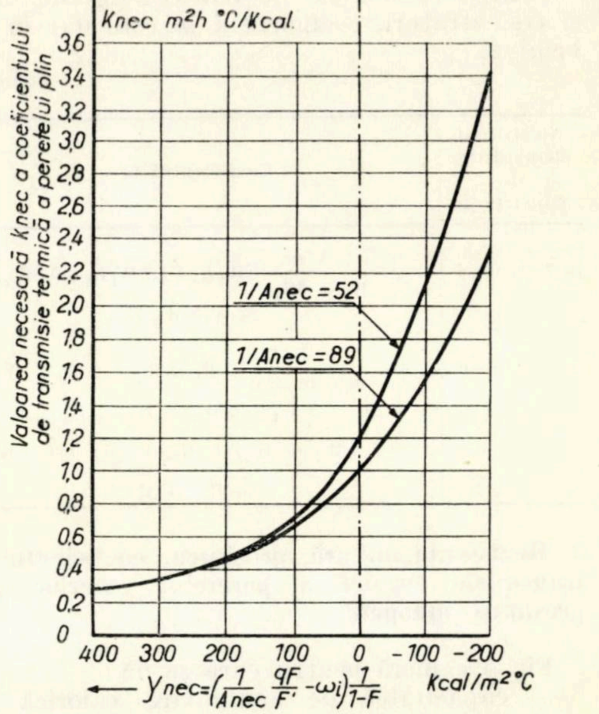


Fig. 3. — Valoarea necesară K_{nec} (limita superioară) a coeficientului de transmisie termică a peretelui plin în funcție de variabile

$$Y_{\text{nec}} = \frac{X_{\text{nec}}}{1 - F} = \frac{1}{1 - F}\left(\frac{1}{A_{\text{nec}}}\cdot\frac{q_F}{F'} - \omega_i\right)$$

pentru $\omega = \lambda_{c\rho} = 265$ (cărămizi de argilă pline) pentru camera considerată la care $F_F/F' = f$:

$$q_F/F' = 2{,}8\,f + 1{,}345$$

S-au considerat două valori pentru $1/A_{\text{nec}}$:
$1/A_{\text{nec}} = 89$, corespunzător lui $\Delta t = 35$, $\Delta t_{i\text{adm}} = 3$, $\tau = 8$
$1/A_{\text{nec}} = 52$, corespunzător lui $\Delta t = 35$, $\Delta t_{i\text{adm}} = 5$, $\tau = 8$

Exemplu: $f = 0{,}5$ $\omega_i = 120$, $1/A_{\text{nec}} = 89$
$Y_{\text{nec}} = 2\,(89 \times 2{,}745 - \omega_i) = 2\,(244{,}5 - 120) = 249$
$K_{\text{nec}} = 0{,}40$

Raportul caracteristicii A a camerei ia atunci, ținînd cont de celelalte date q_f/F', a_0, R_i, R_e, valoarea A_E.

Dacă vrem să obținem o *stabilitate termică echivalentă*, deci aceeași valoare A_E, cu un alt material:

$$\lambda,\ c,\ \rho;\ \omega = \lambda\rho c$$

va trebui să dăm lui d o altă valoare și vom avea o altă valoare a lui K, diferită de K_E.

Pentru a calcula valori ale lui d/λ, d sau $1/K$ este suficient a înlocui pe $1/A$ prin $1/A_E$ în expresiile din paragraful 3.

Se poate exprima $1/A_E$ în funcție de K_E, m_E, ω_E, și K_E valorile lui k, m, ω, q, pentru zidul etalon:

$$m_E = 0{,}5\,(1 - K_E(R_i - R_e)], \quad (44)$$

$$\omega_E = d_E \rho_E c_E = \omega_E \frac{d_E}{\lambda_E} \quad (45)$$

$$q_E = (1 + a_0)\,K_E(1 - f)\,F' + q_E, \quad (46)$$

care depind toate de K_E,

$$\frac{1}{A_E} = \frac{\overline{W}_E}{q_E} = \frac{\omega_i + m_E (1 - f)\, \omega_E}{q_E/F'}, \qquad (47)$$

de unde:

$$\frac{1}{K} = R_i + \frac{q_F}{q_E}\frac{[\omega_i + m_E (1 - f)\, \omega_E]}{(1 - f)} - \frac{\omega_i}{(1 - f)\omega}\Bigg\} + $$
$$+ \sqrt{\left\{R_i + \frac{q_F}{q_E}\frac{[\omega_i + m_E (1 - f)\, \omega_E]}{(1 - f)\, \omega} - \frac{\omega_i}{(1 - f)\omega}\right\}^2 -}$$
$$\overline{-(R_i^2 - R_e^2) + \frac{2(1 + a_0) F' [\omega_i + m_E (1 - f)\, \omega_E]}{q_E \omega}} \qquad (48)$$

Se poate exprima $1/A_E$ în funcție de valorile independente K_E și ω_E.

$$\frac{1}{A_E} = \frac{\omega_i + 0{,}5 (1 - f)\, \omega [1/K_E - 2R_i + K_E (R_i^2 - R_e^2)]}{q_F/F' + (1 + a_0)(1 - f)\, K_E} \qquad (49)$$

Dacă vom nota cu β factorul prin care trebuie să fie multiplicată rezistența unitară la schimb de căldură globală a zidului $1/K$ cînd înlocuim materialul etalon prin materialul λ, c, ρ:

$$\beta = \frac{1/K}{1/K_E} = \frac{k_E}{k}, \qquad (50)$$

vom avea valoarea acestui factor multiplicînd prin k_E valoarea lui $1/k$ dată prin ecuația (48).

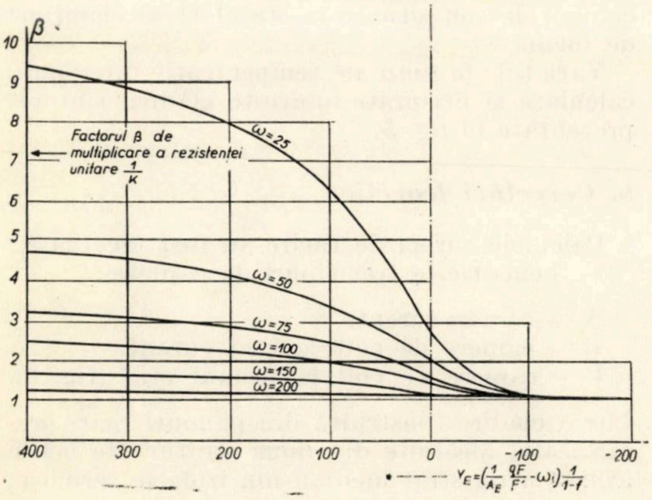
Luînd ca abscisă:

$$Y = \left(\frac{1}{A_E} \cdot \frac{q_E}{F'} - \omega_i\right) \frac{1}{1 - f}, \qquad (51)$$

se poate trasa fasciculul de curbe β pentru diversele valori ω comparate cu ω_E a materialului etalon.

Curbele din figura 4 au fost trasate luînd ca material etalon cărămida de argilă, pentru care s-a admis:

$$\omega_E = \lambda_E\, c_E\, \rho_E = 265.$$



◄ **Fig. 4 — Factorul β de multiplicare a rezistenței termice unitare $1/K$ a peretelui plin, pentru o cameră dată, în raport cu cel al peretelui etalon de argilă plin, a valorii echivalente $1/A_E$ a lui $1/A$, în funcție de variabila**

$$Y_E = \left(\frac{1}{A_E} \cdot \frac{q_E}{F'} - \omega_i\right) \frac{1}{1 - F}.$$

S-a considerat $1/A_E = 52$, corespunzînd unei întreruperi de 8 ore și unei răciri admisibile limită la 1/7 din Δt. Acest parametru nu intervine, practic, decît prin intermediul lui Y

Exemplu: $f = 0{,}5$ $q_F/F' = 2{,}8 f + 1{,}345$ $\omega_i = 118$ pentru $\omega = 50$ avem:

$$Y_E = 2\,(52 \times 2{,}745 - \omega_i) = 2\,(143 - 118) = 50$$

$$P = \frac{1/K}{1/K_L} = \frac{K_E}{K} = 2{,}78$$

5. Stabilitatea termică a camerelor al căror perete exterior este în întregime vitrat

Dacă peretele exterior este în întregime vitrat, avem:

$$f = 1, \quad q = q_F, \quad \overline{W} = W_I; \qquad (52)$$

$$A = \frac{F}{W_I} = \frac{F/F'}{\omega_i}.$$

Trebuie deci să avem:

$$\omega_i \geqslant \omega_{inec} = \frac{\tau}{\ln \dfrac{\Delta t}{\Delta t - \Delta t_{iadm}}} \cdot \frac{q_F}{F'} \qquad (53)$$

pentru o cameră dată, astfel că:

$K_F = 2{,}0$ kcal/m² h°C,

$K_{conv} = 0{,}8$ kcal/m² h°C,

$F' = 3{,}46 \times 2{,}575 = 9{,}9$ m²,

$V = 4{,}80 \times 3{,}46 \times 2{,}575 = 42{,}8$ m³,

și schimbul de aer $\xi = 1$

$$q_F/F' = 2{,}0 + 0{,}8 + \frac{0{,}31 \times 42{,}8}{9{,}9} = 4{,}14 \text{ kcal/h°C}.$$

Se obține următorul tablou al valorilor ω_{inec} pentru $t_e = -12$°C, în funcție de valorile propuse a fi admise pentru t_i și Δt_{iadm}:

t_i°C	Δt_{iadm}	ω_{inec}
20	3	340
21	4	255
22	5	210

Observații

a) Valorile q_F/F' și $\omega_i = W_I/F'$ fiind raportate amîndouă la unitatea de suprafață a pereților exteriori totali, ecuația:

$$\omega_i = \frac{1}{A_{nec}} \cdot \frac{q_F}{F'}$$

definește capacitatea de acumulare a pereților

interiori, limită dată de răcirea datorită pierderilor prin ferestre pînă la valoarea admisibilă $\Delta t_{i\,adm}$.

Dar această relaţie între ω_i şi q_F poate fi satisfăcută pentru o cameră avînd pereţi plini. Trebuie ca aceasta să încerce să amortizeze efectul propriilor ei pierderi de căldură. Aceasta implică *o anumită grosime a zidului* (terasei etc. presupusă omogenă) *independent de suprafaţa acestui perete.*

Se poate calcula această grosime, sau $1/K$ corespunzător, scriind :

$$\frac{1}{A_{nec}} \cdot \frac{q_F}{F'} - \omega_i = 0 \qquad (54)$$

în ecuaţia generală în x sau în y a paragrafului 3.

Termenii în q_F/F' şi ω_i nefiind prezenţi în această ecuaţie decît prin intermediul acestui termen, ei dispar.

Ceilalţi termeni conţin factorul $(1 - f)$, pe care îl putem deci elimina. Ecuaţia în y se reduce la :

$$0{,}5\,\omega\, y^2 - R_i \omega y + 0{,}5\,(R_i^2 - R_e^2)\,\omega - \frac{1}{A}(1 + a_0) = 0$$

care este de gradul doi.

Se poate rezolva în y, dar se obţine direct această valoare particulară y_{perete} scriind :

$$X = \frac{1}{A_{nec}} \frac{q_F}{F'} - \omega_i = 0$$

în soluţia generală în funcţie de y, ceea ce revine la a suprima termenii în y deoarece $1 - f \neq 0$. Aceasta dă :

$$y_{perete} = R_i + \sqrt{R_e^2 + \frac{2}{A_{nec}} \frac{(1 + a)}{\omega}}$$

Dacă $\omega = \lambda c \rho$ creşte infinit, al doilea termen sub radical dispare, $1/K$ se reduce la $R_i + R_e$.

Zidul, făcut dintr-un material de *masivitate termică* foarte mare, poate fi foarte subţire.

În realitate, termenul R_e^2 din faţa celui de-al doilea termen de sub radical este neglijabil. Dacă $A = 2 \cdot 10^{-2}$ şi $\omega = 100$

$$\frac{2}{A} \frac{(1 + a_0)}{\omega} \neq 1$$

şi R_e^2 este de ordinul 0,0025...0,0050 şi deci, în mod practic, avem :

$$\frac{1}{K} = R_i + \sqrt{\frac{2}{A_{nec}} \frac{1 + a_0}{\omega}}. \qquad (55)$$

b) Valorile q_F/F' şi ω_i nu figurează decît în termenul $X = \frac{1}{A}\frac{q_F}{F'} - \omega_i$, şi f sau $(1 - f)$ neintrînd decît în expresia lui $1/K$ decît prin intermediul lui :

$$Y = \frac{X}{1 - f} = \left(\frac{1}{A} \cdot \frac{q_F}{F'} - \omega_i\right) \frac{1}{1 - f}, \qquad (56)$$

$\frac{1}{k}$ nu depinde decît de Y, ω şi A.

Această permite, pentru un A dat, să se stabilească A_{nec} sau A_E, de a trasa pentru fiecare material definit prin ω o curbă a lui $1/K$ în funcţie de Y.

În aceleaşi condiţii se poate trasa curba raportului β a lui $1/K$ la $1/K_E$ a unui material etalon definit prin ω_E ; dar asupra acestui raport influenţa lui A ca parametru independent faţă de Y este aproape zero.

6. Cercetări experimentale şi teoretice asupra camerelor prevăzute cu pereţi exteriori de structuri diferite.

Cercetările teoretice au avut ca obiect compararea curbelor de răcire calculate prin această metodă pentru diferite tipuri de pereţi şi, pe de altă parte, de a verifica dacă alegerea propusă a temperaturilor interioare, diferite în raport cu amplasarea camerei, este justificată.

a. Cercetări experimentale

S-a verificat practic valabilitatea formulei de bază (21) pentru o serie de tipuri de construcţii situate în Bucureşti, Braşov şi municipiul Gh. Gheorghiu-Dej şi avînd pereţi cu alcătuiri diferite, măsurînd variaţia temperaturii aerului interior al camerelor, iarna, în cursul unei întreruperi de 8 ore.

Tipurile de pereţi exteriori sînt următoarele :

1 — pereţi din cărămizi arse obişnuite ;
2 — pereţi din cărămizi cu goluri ;
3 — pereţi din beton turnat în cofraje glisante ;
4 — panouri mari de beton prefabricat, cu izolaţie termică din plăci semirigide de vată minerală.

Camerele studiate erau camere curente şi camere de colţ situate la etajul II al clădirilor de locuit.

Variaţiile în timp ale temperaturii interioare, calculate şi măsurate în aceste clădiri, sînt reprezentate în fig. 5.

b. Cercetări teoretice

Calculele curbei de răcire au fost efectuate :
— pentru cele trei tipuri de camere :

A — camere curente
B — camere de colţ la etaj curent
C — camere de colţ la ultimul etaj (fig. 6).

într-o clădire construită din panouri mari prefabricate, alcătuite din două straturi de beton armat şi un strat median din izolaţie termică ;

Tabelul 3

Caracteristici tehnice ale încăperilor studiate (cercetări experimentale)

Nr. crt.	Denumirea	Simbolul	Unitatea	Clădiri cu Cărămizi normale	Cărămizi cu goluri	Beton turnat	Panouri mari prefab.
				a	b	c	d
	ÎNCĂPERI CURENTE						
1	Suprafaţa pereţilor exteriori	F	m^2	6	6,85	8,40	5,95
2	Suprafaţa ferestrelor	F_F	m^2	4,50	4,35	4,30	3,75
3	Volumul	V	m^3	36	46,7	41,0	33,7
4	Coeficientul de transmisie termică	K	$\frac{kcal}{m^2h°C}$	1,48	1,48	1,82	1,30
5	Pierderea de căldură pe grad:						
	fără schimb de aer	q	kcal/h°C	19,68	19,76	31,96	16,81
	cu schimb de aer			31,18	34,69	45,17	27,59
6	Capacitatea de acumulare calorică unitară a peretelui exterior	W	$\frac{kcal}{m^2°C}$	148	115	122	87
7	Coeficientul de corecţie	m	—	0,431	0,439	0,415	0,439
8	Capacitatea de acumulare calorică corectată	mW	kcal/°C	381	344	423	225
9	Capacitatea de acumulare calorică a pereţilor interiori	W_I	kcal/°C	1 580	2 551	1 337	1 648
10	Capacitatea de acumulare calorică a încăperii	$\overline{W}$	kcal/°C	1 961	2 895	1 760	1 873
11	Constanta de timp a încăperii fără schimb de aer	$A.10^2$	1/h	1,01	0,69	1,82	0,90
	cu schimb de aer			1.59	1,20	2,56	1,47
	ÎNCĂPERI DE COLŢ						
1	Suprafaţa pereţilor exteriori	F	m^2	19,95	22,05	19,10	18,75
2	Suprafaţa ferestrelor	F_F	m^3	2,55	3,05	2,40	3,10
3	Volumul	V	m^3	31,2	33,4	32,0	33,5
4	Coficientul de transmisie termică	K	$\frac{kcal}{m^2h°C}$	1,35	1,39	1,41	1,03
5	Pierdere de căldură pe grad:	q					
	fără schimb de aer		$\frac{kcal}{h°C}$	34,17	38,58	36,08	27,43
	cu schimb de aer			44,15	49,29	46,32	38,14
6	Capacitatea de acumulare calorică unitară a peretelui exterior	W	$\frac{kcal}{m^2°C}$	142	110	107	83
7	Coeficient de corecţie	m	—	0,437	0,440	0,435	0,452
8	Capacitate de acumulare calorică unitară a pereţilor exteriori	mW	$\frac{kcal}{°C}$	1 238	1 067	890	702
9	Capacitatea de acumulare calorică a pereţilor interiori	W_1	$\frac{kcal}{°C}$	759	1 028	844	1 175
10	Capacitatea de acumulare calorică a încăperii	$\overline{W}$	$\frac{kcal}{°C}$	1 996	2 093	1 734	1 877
11	Constanta de timp a încăperii	$A \cdot 10^2$	1/h				
	fără schimb de aer			1,72	1,85	2,08	1,47
	cu schimb de aer			2,22	2,32	2,63	2,04

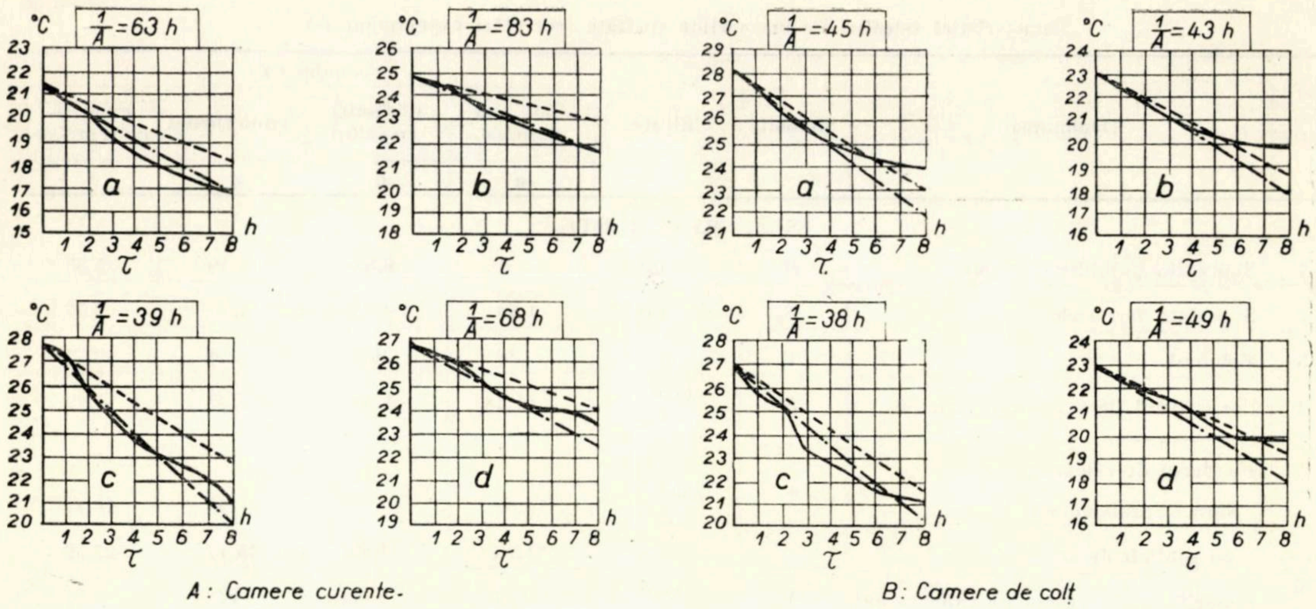


Fig. 5 — Variația temperaturii aerului interior în timpul întreruperii încălzirii. Cercetări experimentale.

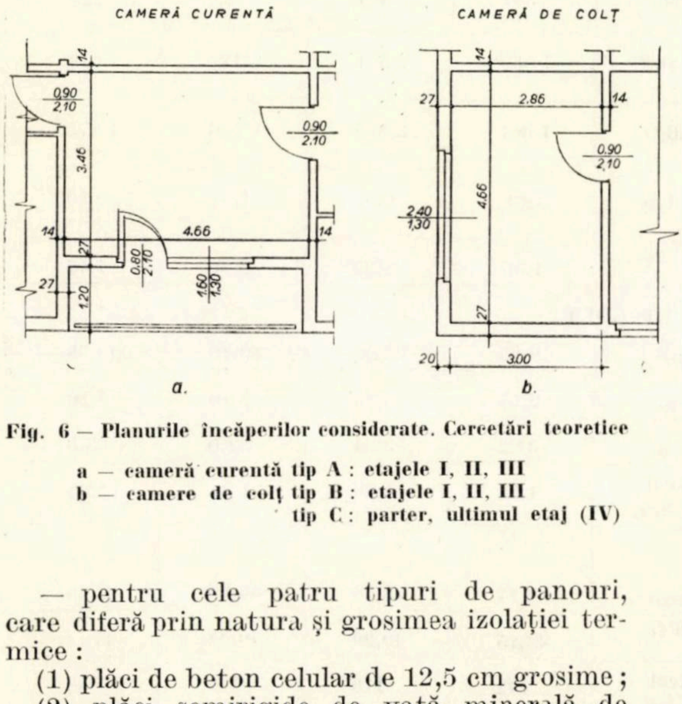


Fig. 6 — Planurile încăperilor considerate. Cercetări teoretice

a — cameră curentă tip A : etajele I, II, III
b — camere de colț tip B : etajele I, II, III
tip C : parter, ultimul etaj (IV)

— pentru cele patru tipuri de panouri, care diferă prin natura și grosimea izolației termice :

(1) plăci de beton celular de 12,5 cm grosime ;
(2) plăci semirigide de vată minerală de 7,5 cm ;
(3) plăci de polistiren celular de 12,5 cm ;
(4) plăci de polistiren celular de 8 cm ;

— pentru trei temperaturi interioare :

$$t_i = +20 ; +21 ; +22°C ;$$

— pentru cinci temperaturi exterioare

$$t_e = -20 ; -15 ; -10 ; -5 \; 0°C, \text{ și}$$

— pentru o durată de întrerupere a încălzirii pînă la 10 h.

Valorile lui $\Delta t_{i\tau}$ au fost calculate cu ajutorul formulei (22), considerînd două cazuri pentru pierderile de căldură ale camerelor : fără schimb de aer și cu un schimb de aer orar.

Valoarea caracteristicii A de răcire a fost calculată cu ajutorul valorilor caracteristicilor termice ale camerelor, care figurează în tabelul 4.

S-au construit astfel 15 diagrame, fiecare avînd 8 curbe. În prezentul articol s-a limitat prezentarea acestora la cazurile următoare (fig. 7) :

Camera A :	$t_i = 20°C$	$t_e = -10°C$
Camera B :	$t_i = 20°C$ și $21°C$	$t_e = -10°C$
Camera C :	$t_i = 20°C$ și $22°C$	$t_e = -10°C$

și cu curbele cu schimb de aer.

La grosimea de 12,5 cm, polistirenul celular (peretele 3) dă rezultate mai bune decît betonul celular autoclavizat (peretele 1).

Aceste figuri permit în special să se compare timpul de întrerupere, astfel ca temperatura aerului interior să nu scadă sub +17°C, conform cu temperaturile aerului interior admise pentru calculul încălzirii celor trei tipuri de încăperi.

Tabelul 6 indică, pentru aceleași cazuri, temperatura interioară finală după o întrerupere de 8 ore.

Rezultă că adoptarea temperaturilor de regim ale aerului propuse permite a se obține, în scopul realizării unei aceleiași durate de întrerupere, temperaturi interioare aproape egale la sfîrșitul perioadei de răcire în cele trei tipuri de camere A, B și C.

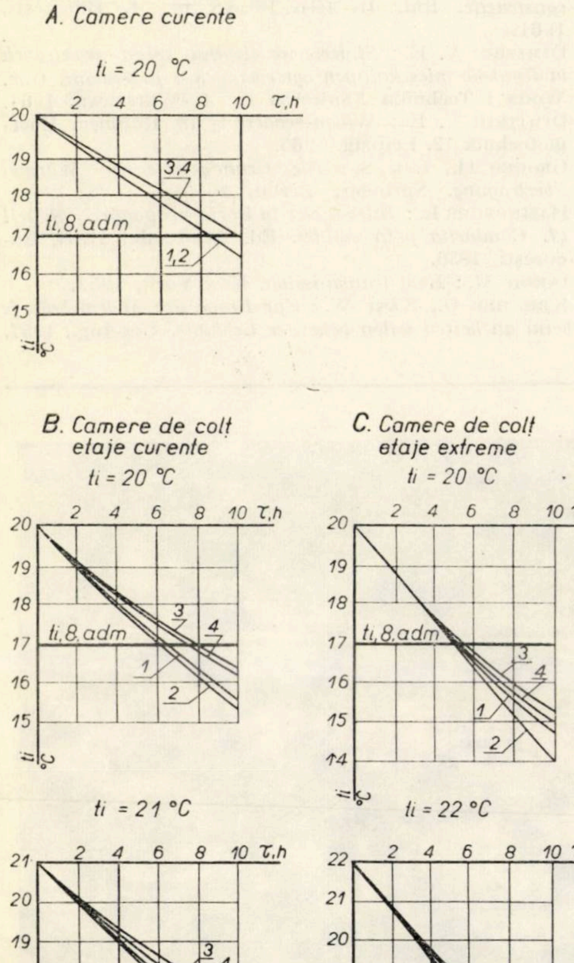
Această diferențiere a temperaturilor interioare de regim se pretează deci la o exploatare mai rațională și la condiții de confort interior mai bune decît adoptarea unor temperaturi de regim ale aerului interior egale.

Tabelul 4

Caracteristici tehnice ale încăperilor stud'ate (cercetări teoretice)

Piesa	Tipul peretelui	K pereţi	q fără schimb de aer	q cu schimb de aer	m	$m\omega = m\rho c d$	$mW = m\omega F = m F \rho c d$	W_I	$\overline{W}$	Valoarea $A \cdot 10^2$ fără schimb de aer	Valoarea $A \cdot 10^2$ cu schimb de aer
A	1	1,24	18,50	30,90	0,403	52	480		2 850	0,65	1,05
	2	1,30	18,85	31,25	0,407	49	450	2 370	2 820	0,67	1,10
	3	0,85	16,40	28,80	0,436	48	440		2 810	0,58	1,03
	4	0,92	16,75	30,15	0,431	53	485		2 855	0,59	1,06
B	1	1,07	27,95	38,40	0,420	42	750		2 405	1,16	1,60
	2	1,14	29,15	39,60	0,415	39	710	1 655	2 365	1,23	1,68
	3	0,64	20,55	31,00	0,452	38	690		2 345	0,88	1,32
	4	0,73	22,10	32,55	0,445	43	770		2 425	0,92	0,35
C	1	1,07	40,05	50,5	0,420	42	1 350*		2 485	1,61	2,03
	2	1,14	41,25	51,70	0,415	39	1 310		2 445	1,69	2,12
	3	0,64	34,90	45,35	0,452	38	1 290	1 135	2 425	1,84	1,77
	4	0,73	36,25	46,70	0,445	43	1 370		2 505	1,37	1,79

*Inclusiv terasele ($W_I = 600$)



◄ **Fig. 7 — Căderea temperaturii interioare în funcţie de durata întreruperii încălzirii. Cercetări teoretice.**

$t_e = -10°C$

A — camere curente; B — camere de colţ, etaj curent; C — camere de colţ, etaj extrem; 1, 2, 3, 4 — tipuri de pereţi

Tabelul 5

Piesa	t_{i0}	$\Delta t_{i\,adm}$	Valoarea $t_{i\tau}$ pentru tipul de perete 1	2	3	4
A	20	3	9	9	10	10
B	20	3	6 1/2	6	8	7 1/2
C	20	3	5 1/2	5	6	6
B	21	4	8 1/2	8	11	10
C	22	5	8 1/2	8	10	9 1/2

Tabelul 6

Camere	t_{i0}	τ	Valoarea $T_{i\tau}$ pentru tipul de perete 1	2	3	4
A	20	8	17,4	17,4	17,6	17,6
B	20	8	16,1	16,1	17,0	16,8
C	20	8	15,5	15,2	16,1	16,0
B	21	8	17,3	17,0	17,9	17,8
C	22	8	17,3	17,0	17,8	17,7

7. Concluzii

Metoda de calcul expusă, privind stabilitatea termică a încăperilor locuite a căror încălzire este întreruptă în timpul nopţii, este bazată pe ecuaţia bilanţului global de căldură şi a fost verificată pe cale experimentală.

Această metodă leagă şi permite a calcula un parametru în funcţie de ceilalţi, astfel încît să se limiteze căderea de temperatură a aerului interior la sfîrşitul întreruperii încălzirii la o valoare admisibilă, şi anume :

— caracteristicile termice ale camerelor,
— durata de întrerupere a încălzirii.

Condiţia de stabilitate termică, definită prin limitarea căderii de temperatură la o valoare admisibilă, se traduce printr-o valoare limită necesară a caracteristicii A a camerei, a cărei dimensiune este inversa timpului şi care depinde de :

— capacitatea de acumulare termică a tuturor elementelor de construcţie exterioare şi interioare.
— pierderea de căldură prin transmisie şi infiltraţie.

Realizarea clădirilor executate din panouri mari prefabricate, cu strat intermediar de izolare termică, confirmă valabilitatea alegerii temperaturilor aerului interior diferite în funcţie de poziţia camerelor în construcţie. În condiţiile actuale de construcţie, căderea temperaturii în aceste camere, după întreruperea încălzirii, diferă de cea care are loc în încăperile cu pereţi exteriori de structură curentă.

În consecinţă, se recomandă a se prevedea ca temperatură a aerului interior în timpul încălzirii :

— camere curente : +20°C
— camere de colţ la etaje curente : +21°C
— camere de colţ la etaje extreme : + 22°C.

BIBLIOGRAFIE

[1] Adams Mc. W. H. : *Transmission de la chaleur*. Dunod Paris, 1961.

[2] Bruckmayer F. : *Der praktische Wärme- und Schallschutz im Hochbau*, Wien, 1941.

[3] Brainina E. I. : *Dannie dlia rasciotov akumuliruiuscei sposobnosti zdanii metodom reguliarnovo rejima*. Teplotehniceskie issledovania v oblasti stroitelnîi materialov i konstrukţii. Gosstroiizdat, Moskva, 1960.

[4] Caemmerer V. : *Die Wärmespeicherung — ein Faktor bei der Wärmetechnischen Beurteilung von Baukonstruktionen*. Ges-Ing. H 19/20.1949 şi H 21/22, 1949.

[5] Carlslaw H. S., Jaeger I. C. : *Conduction of Heat in Solids*. Oxford University Press, London, 1947.

[6] Cube H. I. : *Die Auskühlung von Häusern und deren Berücksichtigung in Vorschriften über den Wärmeschutz von Aussenwänden*. Ges-Ing. N 5/6, München, 1950.

[7] Davidescu Al. : *Termotehnica*. Ed. did. şi ped., Bucureşti, 1964.

[8] Dimitriu V. E. : *O nouă metodă pentru stabilirea capacităţii de acumulare termică a elementelor exterioare de construcţie*. Bul. INCERC-ISCAS nr. 4, Bucureşti, 1961.

[9] Dimitriu V. E. : *Statecznosc cieplna scian zewetraych budiynkow mieszkalnych ogrzewanych z przerwani*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr. 4, Warszawa, 1964.

[10] Dimitriu V. E. : *Wärmebeharrung in Räumen*. Energietechnik 12, Leipzig, 1965.

[11] Grober H., Erk S. : *Die Grundgesetze der Wärmeübertragung*. Springer, Berlin, 1955.

[12] Hamburger L. : *Introducere în teoria propagării căldurii (I. Conducţia prin solide)*. Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1956.

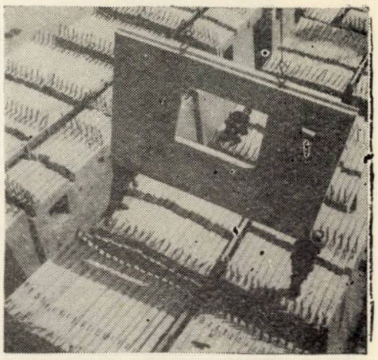
[13] Iakob M. : *Heat transmission*. New York, 1952.

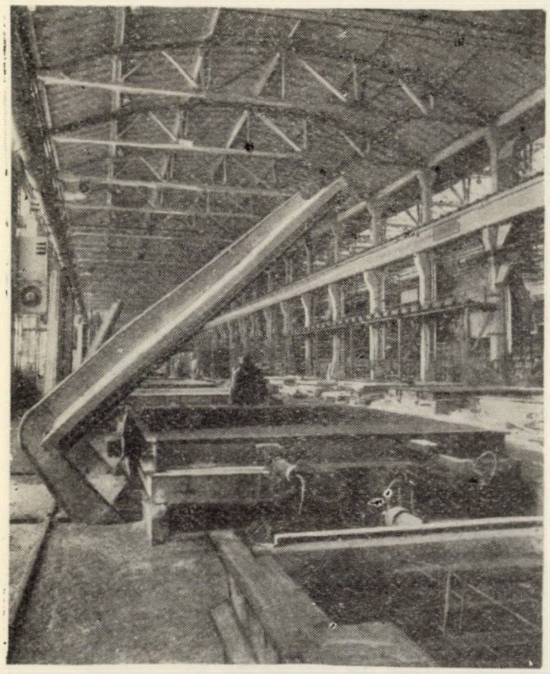
[14] Krischer O., Kast W. : *Zur Frage des Wärmebedarfs beim an heizen selten beheizter Gebäude*. Ges-Ing., 1957.

Municipiul Gh. Gheorghiu-Dej — Locuinţe noi

CENTRALA INDUSTRIALĂ DE PREFABRICATE DIN BETON

Bd. 1848 Nr. 10 TEL. 16.22.60. BUCUREŞTI R. S. ROMÂNIA





PANOURI MARI PREFABRICATE DIN BETON ARMAT

20 de ani de experienţă în domeniul executării construcţiilor din panouri mari evidenţiază următoarele avantaje :

● Asigură ritmicitatea şi mecanizarea execuţiei lucrărilor pe şantier, ducînd la creşterea productivităţii muncii şi scurtarea termenului

● Reducerea materialului lemnos şi simplificarea lucrărilor de organizare a şantierului

● Asigură o bună calitate a lucrărilor de structură, rezistenţă şi finisaj

C.I.P.B. prin oficiul de export-import PREBEX

■ Livrează utilaje şi echipamente complete pentru fabrici de panouri mari prefabricate din beton armat pentru construcţii de locuinţe şi social-culturale

■ Asigură proiecte complete de fabrici de panouri mari şi asistenţă tehnică la montajul şi punerea în funcţie a instalaţiilor.

LARGE PRECAST REINFORCED CONCRETE PANELS

20 years of experience in the construction of large precast panels buildings point to a series of outstanding advantages :

● A steady pace and mechanization of work on the building sites resulting in higher efficiency and shorter completion dates

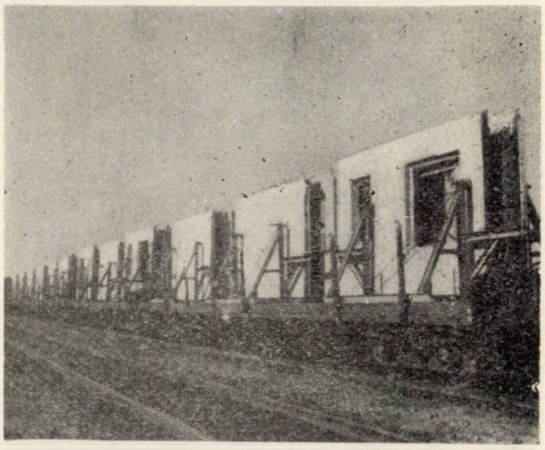
● Timber saving and simplification of job-site management

● Securing of high-quality structures, strong frames and excellent, smooth finishings

The group of industrial enterprises for the production of concrete prefabs — through PREBEX, its import-export office :

■ Supplies complete installations and plants for factories of large precast reinforced concrete panels to be used in dwelling and socio-cultural facilities construction

■ Provides complete designs for factories of large panels as well as technical assistance for the assembling and putting into service of the installations



VORGEFERTIGTE GROSSTAFELN AUS BEWEHRTEM BETON

Eine 20 jährige Erfahrung auf dem Gebiet der Ausführung von Bauten aus Grosstafeln weist auf folgende Vorteile hin :

● Gewährleistung der rhythmischen und mechanisierten Durchführung der Arbeit auf der Baustelle, wodurch die Arbeitsleistung erhöht und der Ausführungstermin verkürzt wird ;

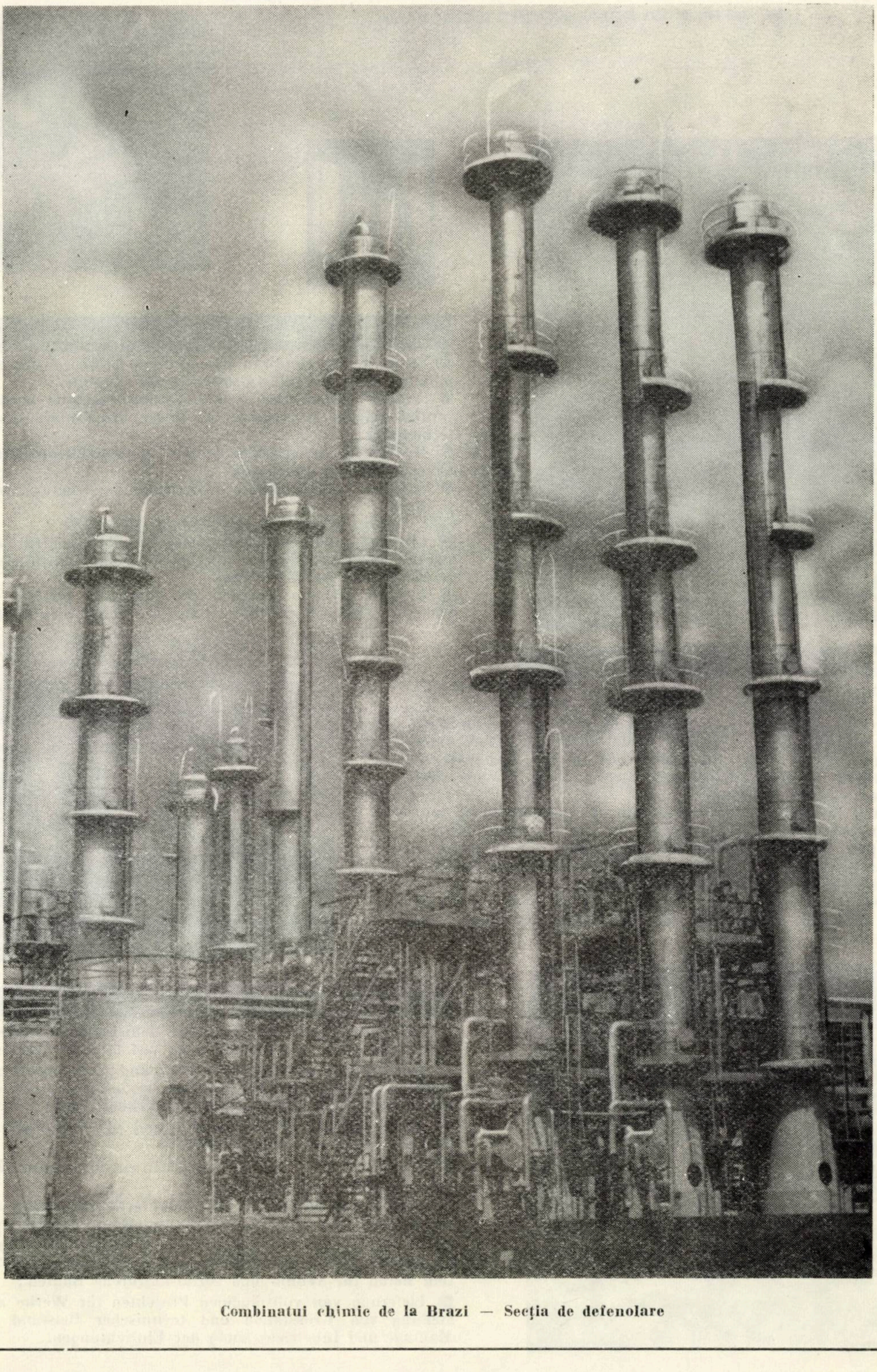
● Ein geringerer Holzverbrauch und die Vereinfachung der Baustellen-Organisierungsarbeiten ;

● Die Gewährleistung von qualitativ entsprechenden Tragwerken und Beendigungsarbeiten.

Die Industriezentrale für Betonfertigteile führt folgende Leistungen über das Import-Export-Büro PREBEX durch :

■ Lieferung von vollständigen Ausrüstungen und Austattungen für die Werke zur Herstellung von Grosstafeln aus bewehrtem Beton für Wohn- und sozial-kulturelle Bauten ;

■ Lieferung von vollständigen Projekten für Werke zur Herstellung von Grosstafeln und technischer Beistand bei der Montage und Inbetriebsetzung der Einrichtungen.



Combinatul chimic de la Brazi — Secţia de defenolare

Ing. **AURELIAN C. ȘTEFĂNESCU**

Contribuții și observații la teoria calculului hidroforului

1. — **Debitul de calcul al pompei.** Dacă q_c este debitul de calcul al conductei în funcție de numărul echivalenților E, în cazul consumului de apă al obiectelor sanitare STAS 1478 — 67 stabilește pentru pompă debitul de calcul $Q = \alpha q_c$, în care $\alpha = 0{,}85\ldots1$ după destinația clădirii sau mărimea instalației. Ținînd seamă de recomandarea din STAS ca debitul pompei la presiunea de pornire să fie $Q_p \geqslant \alpha q_c$ și recomandarea $\alpha = 1$ de către unii autori [11], rezultă debitul de calcul maxim admisibil $Q = q_c$ (l/s.) sau

$$Q = 3{,}6 \cdot q_c \text{ (m}^3\text{/h)}. \quad (1)$$

Considerînd debitul de calcul al conductei conform STAS 1343 — 66, egal cu consumul maxim orar q_0 max., în funcție de numărul persoanelor și consumul specific, și admițînd pompa cu debitul mediu $Q_m = q_0$ max., rezultă debitul maxim

$$Q = Q_p = k.\ q_0 \text{ max.} \quad (2)$$

în care $k = 1{,}1,\ldots1{,}2$ este raportul debitelor Q_p, Q_m.

În cazul ansamblurilor de locuințe, STAS 1478—67 adaptează formulele $q_c = f(E)$ astfel ca $q_c \geqslant q_0$ max., fără precizări asupra raportului acestor debite la diferitele mărimi și elemente ale instalației. În lipsa acestor precizări, relația (2) este necesară cel puțin în cazul cifrelor E aproximative, dacă $3{,}6\ q_c < k \cdot q_0$ max.

Pentru rețele locale de alimentare cu apă, unii autori [8] consideră debitul mediu $Q_m = 1{,}15\ q_0$ max. În baza acestei relații rezultă $k = 1{,}25\ldots1{,}40$.

2. **Presiunea de pornire.** Ștuțurile de racord ale rezervoarelor STAS 2156—68, avînd diametre între 1 ½″ și 2 ½″, necorespunzătoare debitelor mari, se recomandă montarea acestor rezervoare în derivație (fig. 1). De exemplu: $Q = 200$ m³/h, rezervoare necesare 3 × 5 000. Dacă se pompează prin rezervoare, revine unui racord $Q = 67$ m³/h, $v = 5$ m/s.

Spre deosebire de montajul rezervorului pe conducta de refulare, montajul în derivație prezintă avantajul pompării directe în rețea la debitele mari ale consumului, cînd hidroforul este solicitat mai puțin, și avantajul branșării cu două ștuțuri pentru reducerea pierderilor de presiune pe racorduri.

Alt avantaj este micșorarea cantității de aer care se dizolvă în apa din rezervor și micșorează perna inițială de aer.

Pomparea prin intermediul rezervorului de presiune este indicată la instalațiile mici.

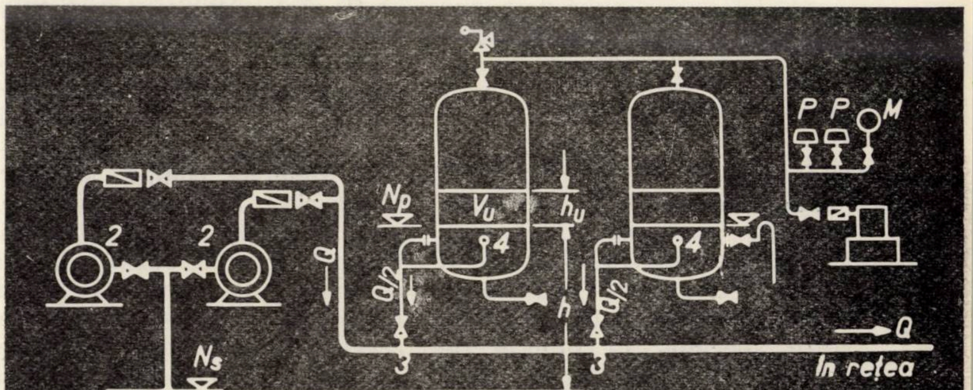
La montajul în derivație, presiunea de pornire va fi

$$hp \geqslant H - r_{13} + r_{34} \pm h$$

în care: H este înălțimea minimă de pompare, necesară asigurării presiunii de utilizare, la debitul de calcul al conductei;

r_{13} — pierderile de presiune pe traseul 1—3 la debitul Q;

Fig. 1. Schema de principiu a instalației cu hidrofor montat în derivație.



r_{34} — pierderile de presiune pe racordul rezervorului 3—4 la debitul Q/n ce-i revine;

h — înălţimea nivelului de pornire N_p din rezervorul de presiune (situat cu 10 cm deasupra ştuţului de racord) faţă de nivelul minim static N_s din rezervorul sorbului.

Considerînd $r_{34} \sim r_{13}$, se obţine

$$h_p \geqslant H \pm h \text{ (mH}_2\text{O)}. \quad (3)$$

Se va lua $-h$ dacă nivelul N_p se află mai sus ca N_s (fig. 2*a*) şi $+h$ în caz contrar.

3. Presiunea de oprire

$$h_0 = h_p + s \leqslant P_r \text{ (m H}_2\text{O)} \quad (4)$$

$$s_e \leqslant s \geqslant s_p$$

în care: s_e = 5... 10 mH$_2$O este diferenţa economică între presiunile de pornire şi oprire [11];

s_p — diferenţa minimă de presiune impusă de automatul de presiune (presostat);

P_r — presiunea maximă de regim a instalaţiei.

Conform STAS 1478—67, diferenţa între presiuni va fi $s = 10-12$ la presiuni h_p medii şi $s < 10$ la presiuni h_p mari.

Presostatele I.A.E.C., în funcţie de presiune, realizează $s = 10$ m la presiuni $h_0 \leqslant 40$ m şi $s > 10$ la presiuni $h_0 > 40$ m. Valori $s < 10$ se obţin cu presostate speciale, în funcţie de consum. Se constată că valorile $s < 10$, impuse de STAS la presiuni h_p mari, nu sînt realizabile cu presostatele uzuale.

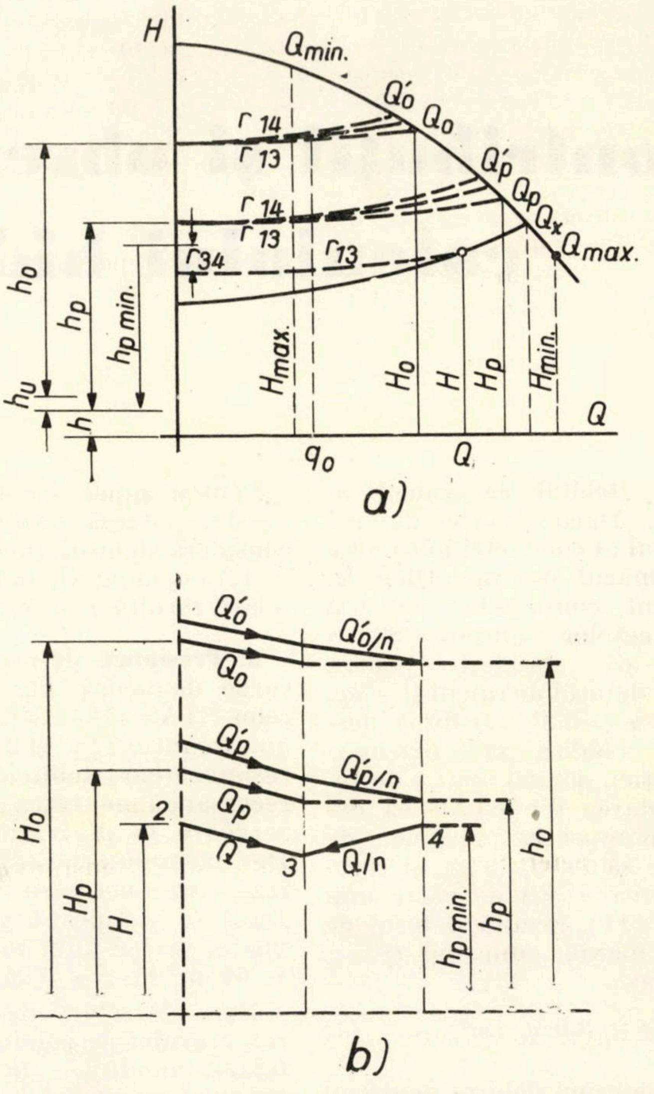


Fig. 2. Parametrii pompei automatizate cu hidrofor montat în derivaţie: a) curba funcţională şi curba pierderilor de presiune pompă — rezervor; b) liniile piezometrice pentru presiunile din rezervor.

Pentru a realiza presiunea h_0, pompa trebuie să dezvolte o înălţime de pompare $H_{max} > H + s$. Aplicarea unei diferenţe s, mai mică decît cea impusă de presostat, atrage o supradimensionare inutilă a rezervorului şi riscul nerealizării presiunii h_0.

4. **Debitele pompei la pornire-oprire.** În cazul rezervoarelor montate în derivaţie, debitele la pornire-oprire variază în funcţie de consumul q din reţea şi de presiunea din rezervor. La presiunea de oprire, debitul pompei este de Q_0 dacă $q = Q_0$ (cînd pompa trimite întreg debitul în reţea) şi $Q'_0 < Q_0$ dacă $q = 0$ (cînd pompa trimite întreg debitul în rezervor). La presiunea de pornire vom avea de asemenea debitul maxim Q_p dacă $q = Q_p$, debitul minim $Q'_p < Q_p$ dacă $q = 0$ şi debitul Q''_p dacă $q = Q_0$. La consumul cel mai defavorabil q_0, debitele la pornire-oprire vor fi cuprinse în limitele arătate. Aceste debite se determină pe curba funcţională a pompei, ducînd curba pierderilor de presiune r_{13} la diferitele debite Q sau curba $r_{14} = r_{13} + r_{34}$ cu rezistenţele suplimentare r_{34} la debitele $(Q-q)/n$ ce revin unui racord.

Pentru ca intervalele $Q'_0 - Q_0$, $Q'_p - Q_p$ să fie cît mai mici, iar debitul mediu să fie cît

mai puțin variabil, rezistențele r_{34} pe racordul 3—4, la debitele ce-i revin, se vor reduce cît mai mult prin branșarea a două ștuțuri la conducta de refulare, pe traseul cel mai scurt posibil. Dacă rezervoarele sînt situate la un nivel mai ridicat față de pompe, ștuțurile se vor branșa la o conductă ramificată din conducta de refulare.

Pentru evaluarea debitului mediu Q_m se consideră debitele Q_0, Q_p stabilite de înălțimile de pompare aproximative

$$H_p = h_p + r'_{13} + r'_{34} \pm h \cong h_p + r_{13} \pm h \quad (5)$$

$$H_0 = h_0 + r''_{13} + h_u \pm h \cong h_o + r_{13} \pm h \quad (6)$$

în care h_u este înălțimea volumului util V_u, iar r_{13} este pierderea de presiune la debitul de calcul Q. Valorile obținute se majorează la m H_2O întregi.

$$Q_m = \frac{1}{2}(Q_0 + Q_p)\ (m^3/h). \quad (7)$$

Debitele Q_0, Q_p sînt invariabile cînd pompa debitează prin intermediul rezervorului.

5. — **Caracteristicile pompei instalate.** Pentru a corespunde tuturor cerințelor, pompa hidroforului trebuie să îndeplinească trei condiții :

— să aibă curba funcțională cea mai apropiată de parametrii Q, H ;

— să dezvolte o înălțime de pompare $H_{max} > H + s$;

— să funcționeze în limite Q_0, Q_p economice convenabile.

6. — **Frecvența pornirilor orare.** Majoritatea formulelor care se dau pentru calculul frecvenței pornirilor orare se stabilesc în ipoteza consumului constant cel mai defavorabil. La consumul fluctuant, unii autori [2] determină o frecvență mai mare cu cca 50 % decît la consumul constant, considerînd media pornirilor în ipotezele de calcul cele mai defavorabile. Concluzii mai apropiate de realitate se obțin dacă se consideră valorile timpului t dintre două porniri consecutive ale pompei, pe baza curbelor de variație a timpului de golire t_g și de umplere t_u a volumului util V_u din rezervorul de presiune (fig. 3).

Dacă $q_g \gtrless q_u$ sînt debitele medii ale consumului fluctuant în timpul t_g, respectiv t_u, numărul maxim al pornirilor orare va avea loc la consumul orar q la care perioada medie t_m a perioadelor variabile $t \gtrless t_m$ are cea mai mică valoare. La acest consum

$$\Sigma t = \Sigma (t_g + t_u) = p \cdot t_m = 1 \text{ oră}.$$

În ipoteza perioadelor minime la consumul constant, curba timpului t_u fiind crescătoare, iar a timpului t_g descrescătoare, perioada minimă t_0, numărul de porniri corespunzător p_0 și consumul constant cel mai defavorabil q_0 rezultă la intersecția curbelor respective care stabilește egalitatea $t_u = t_g$.

$$t_u = \frac{V}{Q_m - q_o} = tg = \frac{V_u}{q_0};$$

$$q_0 = 0{,}5\, Q_m$$

$$t_m = t_0 = \frac{4V_u}{Q_m}; \quad p_0 = \frac{1}{t_0} = \frac{Q_m}{4V_u}.$$

În ipoteza perioadelor minime la debitele fluctuante $q_g > q_u$ cele mai defavorabile, la care consumul mediu corespunde consumului constant $q_0 = 0{,}5\, Q_m$ vom avea

$$q_u = 0\ ; \quad q_g = Q_m$$

$$t_m = t_{min} = \frac{2V_u}{Q_m}; \quad p_{max} = 2\, p_0.$$

În situația reală a perioadelor variabile $t \gtrless t_0$, perioada medie va fi $t_m \gtrless t_0$ după cum predomină debitele $q_g > q_u$, la care $t \leqslant t_0$ sau debitele $q_g < q_u$, $q_g = q_u$ și unele debite $q_g > q_u$ la care $t > t_0$ (fig. 3).

Considerînd numai debitele $q_g > q_u$, la care $t \leqslant t_0$, rezultă media $t_m = 0{,}75\ t$. Considerînd și debitele $q_g = q_u$ sau $q_g \gtrless q_u$ la care $t > t_0$, rezultă media $0{,}75\ t_0 < t_m > t_0$ după frecvența acestor debite. Diferențele $t_m \gtrless t_0$ fiind mici, se justifică astfel aplicarea formulei

$$p = \frac{Q_m}{4V_u} \leqslant p_a \quad (8)$$

în care $p_a = 12...15$ este limita maximă a pornirilor orare admise de STAS 1478—67. La stabilirea limitei p_a vom avea în vedere ca numărul pornirilor să fie mai redus la pompele cu motoare mai mari și la rezervoarele cu compresor neautomatizat (cu comandă manuală).

Pornirile maxime vor avea loc la debitele orare mai apropiate valorii $q_0 = 0{,}5\ Q_m$.

7. — Hidrofoare cu 2+1 pompe egale în paralel

Presiunile de pornire-oprire

Pompa nr. 2

$h_{p2} = H \pm h$, $h_{02} = h_{p2} + s$

Pompa nr. 1

$h_{p1} = h_{p2} + D$; $h_{01} = h_{02} + D$

în care D este decalajul minim în limita sensibilității presostatului.

În calcule $D = 2$ m.

Mărimea pompelor se stabilește pe baza parametrilor $Q/2$, H și a curbei funcționale compuse astfel ca să realizeze presiunea de oprire h_{01} și condițiile de economicitate. Ducînd

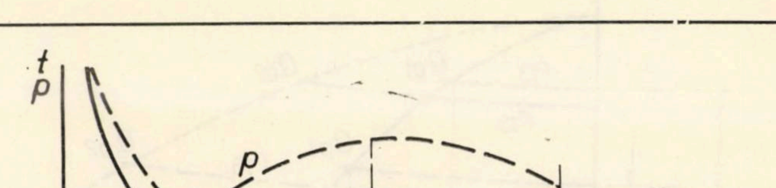


Fig. 3. Curbele t_u, t_g, $t = t_u + t_g$ și p

curbele rezistențelor r_{13} se obține :

Q_m — debitul mediu al ambelor pompe, în limitele Q_{02}— Q_{p2} pe curba funcțională compusă (fig. 4).

Q_{m1} — debitul mediu al pompei nr. 1, în limitele Q_{01} , Q_{p1} ;

q_{p2} — consumul care determină pornirea pompei nr. 2.

În ipoteza consumului constant teoretic cel mai defavorabil, situat în intervalul q_{p2} — Q_{02}, pornirile maxime ale pompei nr. 2 se determină, ca în cazul unei singure pompe, pe baza curbelor t_u, t_g, cu debitul de golire $q - Q_{m1}$, micșorat de pompa nr. 1, care rămîne în funcțiune continuă. Intersecția acestor curbe determină consumul teoretic $q_0 = 0,75\, Q_m$ și perioada medie

$$t_m = t_0 = \frac{8V_u}{Q_m} = \frac{4V_u}{Q_{m1}}$$

în care $Q_{m1} \cong 0,5\, Q_m$.

La consumul fluctuant $q > Q_{o1}$ cu debitele $q_g = Q_m$ și $q_u = Q_{o1} \cong 0,4\, Q_m$ la care pompa nr. 1 rămîne în funcțiune,

$$t_m = t'_{min} = \frac{3,6V_u}{Q_m} = \frac{1,8V_u}{Q_{m1}}.$$

La consumul fluctuant cel mai defavorabil cu debitele $q_u=0$ și $q_g = Q_m$, care oprește pompa nr. 1 în faza golirii,

$$t_m = t'_{min} = \frac{2V_u}{Q_m} = \frac{V_u}{Q_{m1}}.$$

Datorită reducerii debitului la golire de către pompa nr. 1, perioadele medii t_m ale pompei nr. 2 sînt mai mari decît în cazul unei singure pompe care ar funcționa după curba funcțională compusă și mai mici față de perioadele pompei nr. 1 la funcționarea independentă. Rezultă că volumul rezervorului V_2 necesar pompei nr. 2 trebuie să fie mai mare decît rezervorul V_1 necesar pompei nr. 1. Practic, ținînd seama că frecvența pornirilor pompei nr.2 poate fi mai mare decît a pompei nr. 1, vom admite volumul total stabilit de media perioadelor t_m în ipotezele considerate :

$$V_2 = 1,2\, V_1 \qquad (9)$$

8. — **Hidrofoare cu 3 + 1 pompe egale.** Debitele consumului care solicită pompa nr. 3, depășind debitul de oprire a acestei pompe, volumul rezervorului va fi, ca în cazul a două pompe, mărit cu volumul de automatizare la presiunea h_{p3} :

$$V_3 = V_2 \frac{h_{p2} + 10}{h_{p2} + 8}. \qquad (10)$$

9. — **Nivelul minim de pornire.** Nivelul apei în rezervorul de presiune poate scădea sub nivelul minim de pornire N_p la debitele accidentale $q > Q$ sau $q > Q_p$ neprevăzute, determinînd presiuni $h < h_p$. Din punctul de vedere al asigurării presiunii de utilizare la consumatori, presiunea minimă $h < h_p$ este presiunea h_x la consumul $q = Q_x$ stabilit de curba caracteristică a conductei (fig. 2 *a*).

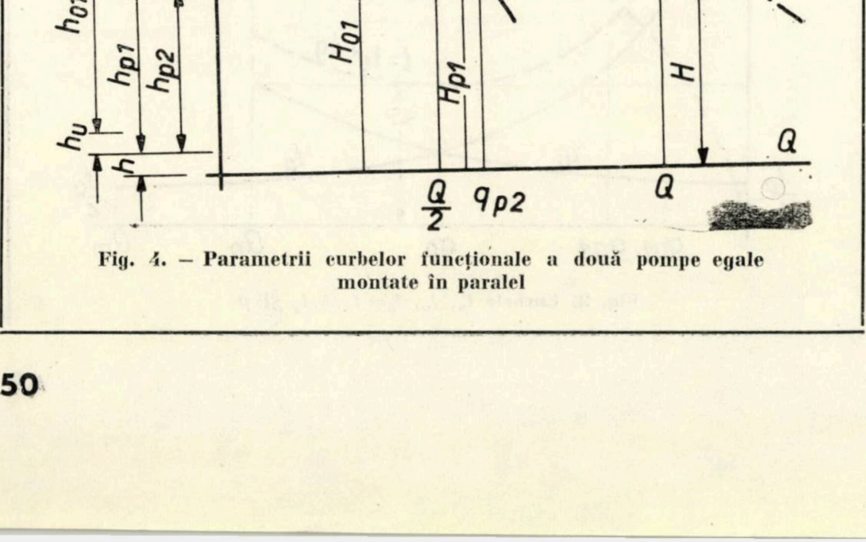


Fig. 4. — Parametrii curbelor funcționale a două pompe egale montate în paralel

Principial, nivelul N_p poate fi situat la o înălțime minimă deasupra orificiului de ieșire a apei din rezervor, dacă pompa acoperă consumul maxim real

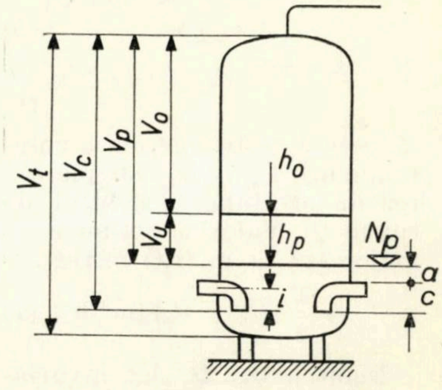


Fig. 5. Parametrii rezervorului de presiune

al instalației la presiunea h_p, cu alte cuvinte dacă $q \leqslant Q_p$ (fig. 5). În aceste condiții, STAS 1478—67 admite înălțimea minimă de siguranță corespunzătoare scăderii de presiune $\Delta_h = 1...2,5$ m H_2O în funcție de h_p.

$h_p \leqslant 30 \quad \Delta_h = 1,0$ mH_2O

$h_p \leqslant 50 \quad \Delta_h = 1,5$,,

$h_p \leqslant 70 \quad \Delta_h = 2,0$,,

$h_p \leqslant 90 \quad \Delta_h = 2,5$,,

La rezervoarele STAS 2156—68, orificiul de ieșire a apei fiind secțiunea cotului montat în interior la mufa ștuțului de racord (prin intermediul unui niplu) în scopul măririi volumului efectiv, înălțimea de siguranță deasupra acestei secțiuni va fi

$$i = \frac{\Delta_h}{h_p + 10} \cdot \frac{0,1\, V_c}{S} (\text{cm}) \qquad (11)$$

în care V_c este volumul deasupra secțiunii de ieșire, în litri (fig. 5).

S — secțiunea rezervorului, în dm^2

c — înălțimea cotului, în cm.

Cota de reper a înălțimii i fiind invizibilă, în practică se consideră înălțimea minimă $a = i - c \geqslant 0$ deasupra părții superioare a mufei ștuțului de racord.

Înălțimea i va fi minimă la presiunile $h_p < 30$ pentru care raportul valorilor $\Delta_h = 1$ și $h_p + 10$ depășește raportul maxim 0,037 la presiunile $h_p >$ > 30 m. Admițînd raportul 0,05, respectiv $h_p = 10$ m, relația (11) determină înălțimile $i = 9{,}3\ldots14{,}7$, respectiv $a =$ $= 0\ldots3{,}5$ cm, care se dau în tabela 1.

Pentru a evita diversificarea de la caz la caz a unor înălțimi a mici și a asigura o bună vizibilitate în sticla de nivel, vom admite, la toate tipurile de rezervoare, înălțimea de siguranță $a = 5$ cm, admisă și de alți autori [3]. Se menționează că în planșa anexă la cartea recipientului, întreprinderea executantă a rezervoarelor STAS 2156 — 68 (I.C.M.A.) generalizează nivelul minim la 170 mm deasupra liniei de sudură a fundului rezervorului în scopul realizării unei înălțimi minime acceptabile din punctul de vedere al vizibilității (rezultă $a = 3{,}7\ldots4{,}5$ cm).

Generalizarea înălțimii $a = 5$ cm (sau a altei înălțimi) prezintă o serie de avantaje ca : vizibilitatea nivelului apei în sticla de nivel, asigurarea unor diferențe Δ_h acoperitoare și posibilitatea comprimării inițiale a aerului la presiunea de pornire h_p fără a mai fi necesară comprimarea la alte presiuni.

Un avantaj important al generalizării sau diferențierii pe tipuri de rezervoare a înălțimii minime a este simplificarea formulei de calcul al volumului rezervorului de presiune, prin considerarea volumului de aer V_p, în locul volumului total V, și compararea acestui volum cu volumul maxim $V_p = V_{pm}$ al rezervoarelor standardizate.

$$V_p = V_u \frac{h_0 + 10}{h_o - h_p} =$$

$$= \frac{250\,Q_m}{p} \cdot \frac{h_0 + 10}{h_0 - h_p} \text{ (litri)} \qquad (12)$$

în care Q_m este debitul mediu al pompei în m^3/h iar h_0, h_p în mH_2O.

Se alege rezervorul STAS 2156—68 cu volumul $V_{pm} \geqslant$ $\geqslant V_p$ care se dă în tabela 1 pentru $a = 5$ cm.

Volumul V'_{pm} din prospectul I.C.M.A., denumit impropriu volum util, fiind calculat pentru $a < 5$ cm și cu aproximații mai mari, nu corespunde cu volumul V_{pm} din tabela 1.

Dacă $V_{pm} > V_p$, înălțimea a poate fi sporită peste 5 cm cu înălțimea volumului $V_{pm} - V_p$.

Pentru evaluarea volumului total vom aplica, după gradul de aproximație admis, una din relațiile :

$$V = k_1 \cdot V_p \cong$$

$$\cong \frac{300\,Q_m}{p} \cdot \frac{h_o + 10}{h_0 - h_p} \text{ (litri)} \qquad (13)$$

în care k_1 este coeficientul pentru volumul de apă situat sub nivelul N_p, cu valorile care se dau în tabela 1.

Se menționează că formula din STAS 1478—67 consideră secțiunea de ieșire a apei la nivelul ștuțurilor și coeficientul $k_0 = 1{,}1$ în locul valorilor $k_0 =$ $= 1{,}14\ldots1{,}20$ (tabela 1), elemente care duc la rezultate mai mult sau mai puțin eronate sau neeconomice.

O înălțime $a > 5$ cm se justifică pentru scăderi de presiune Δ_h mai mari, la debite $q > Q_p$ posibile, sau pentru o mai mare siguranță în exploatare. În asemenea cazuri se prevede automatizarea pompei de rezervă la presiunile decalate,

$$h_{pr} = h_p - D, \quad h_{or} = h_o - D.$$

Volumul rezervorului pentru automatizarea pompei de rezervă :

$$V_r = V \frac{h_p + 10}{h_p + 8} \cong 1{,}1\,V. \qquad (14)$$

Rezervoare STAS 2156—68 *Tebala 1*

V_n	1 000	1 600	2000	3 150	4 000		5 000		Obs.
D_i	800	1000	1100	1 200	1300	1400	1400	1 600	mm
V_{pm}	855	1360	1643	2 540	3393	3356	4279	4 248	$a = 5$ cm
V_c	926	1472	1797	2 724	3607	3606	4529	4 574	$i = 0$
V_t	1018	1644	2020	3 007	3963	4044	4967	5 212	litri
S	50,24	78,5	94,98	113,04	132,27	153,86	153,86	200,96	dm^2
c	9,3	9,3	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	cm
i_{max}	9,3	9,4	9,5	12,1	13,3	11,7	14,7	11,4	cm
a_{min}	0	0,1	0	0,9	2,1	0,5	3,5	0,2	cm
k_1	1,19	1,21	1,23	1,18	1,17	1,20	1,16	1,23	$a = 5$ cm
k_0	1,16	1,18	1,19	1,16	1,15	1,18	1,14	1,20	$a = 0$

V_n = volumul nominal V_{pm} = volumul maxim de aer
D_i = diametrul interior V_t = volumul total calculat

Volumul de aer V_p se poate realiza mai economic prin montarea în serie a două rezervoare, primul rezervor fiind cu aer-apă, iar al doilea numai cu aer.

Pentru situaţia cînd sticla de nivel este defectă, rezervorul va avea, la unul din ştuţurile sale libere, un racord special de coborîre a nivelului apei la înălţimea $a = 5$ cm (fig. 1).

În cazul instalaţiilor cu pompe de incendiu la care pompa de rezervă este obligatorie, se vor prevedea cel puţin două rezervoare de presiune (NPCI 09.63).

BIBLIOGRAFIE

[1] BRIX I. ş.a. : *Die Wasserversorgung*. Berlin, 1941

[2] ANGELLO GALLIZIO : *Impianti Sanitari*. 1949

[3] HUGO FEURICH : *Rezervoare de presiune în alimentarea cu apă*. Sanitäre Technik No. 2/1958

[4] GHIŢESCU D. : *O nouă metodă de dimensionare a instalaţiei cu hidrofor*. Revista I.C.M.C., mai 1954.

[5] TOPALĂ E. : *Consideraţii asupra proiectării staţiilor de hidrofor în întreprinderile industriale*. Revista Hidrotehnica nr. 2/1957.

[6] ŞTEFĂNESCU C. A. : *Dimensionarea instalaţiei de hidrofor*. Revista Hidrotehnica nr. 4/1957.

[7] SANDOR C. ş.a. : *Instalaţii sanitare în clădiri*. Ed. Tehnică, 1958

[8] LOBACIOV P. V. ş.a. : *Instalaţiile automate de pompare a apei în reţele locale de alimentare cu apă*. Vodosnabjenie i sanitarnaia tehnica nr. 6/1961.

[9] SPRANGER E. : *Automatizarea pompelor de alimentare cu apă în funcţie de consum*. Sanitär und Heizungstechnik No. 3,4/1964.

[10] *** *STAS* 1478–67

[11] DUMITRESCU L. : *Instalaţii sanitare pentru ansambluri de locuinţe*. Bucureşti, 1970.

Aspect de la Combinatul petrochimic – Piteşti

Realizări deosebite din beton precomprimat *

FINLANDA

ANCORAJE PRETENSIONATE ÎN STÎNCĂ

Utilizarea ancorajelor pretensionate în teren a căpătat în ultimul timp o extindere din ce în ce mai mare. Ele sînt folosite la baraje,cheiuri, tuneluri, la acoperişuri suspendate, ca şi la fundaţiile anumitor tipuri de plăci subţiri.

Aceste ancoraje sînt totdeauna economice cînd forţe mai mari de 50 tone sînt concentrate într-un punct şi cînd siguranţa construcţiei prezintă o importanţă specială : avantajul metodei constă în faptul că siguranţa fiecărui ancoraj este verificată cu ocazia pretensionării sale.

Etapele de lucru sînt următoarele :

— forarea canalului cablului,

— verificarea cu apă sub presiune a eventualei fisurări a stîncii,

— introducerea cablului în canal şi injectarea capătului de ancorare,

— pretensionarea şi totodată verificarea ancorării cablului,

— injectarea porţiunii pretensionate a cablului.

Dacă verificarea cu apă sub presiune scoate la iveală fisuri în stîncă, se procedează la injectarea sub presiune a canalului şi, după întărirea mortarului de injectare, la reforarea golului.

Lungimea de ancorare a cablului depinde de rezistenţa la aderenţă, care la rîndul ei depinde de caracteristicile stîncii şi de modul de alcătuire şi dimensiunile ancorajului propriu-zis. Această lungime variază în general între 2 şi 5 metri şi este indicat a se determina prin încărcări la scara 1 :1.

La ancorajele permanente se poate obţine un acelaşi grad de siguranţă pentru cablu ca şi pentru ancorajul său.

Notînd :

V_s = încărcarea admisibilă a cablului pretensionat ;

$V_{0,2}$ = forţa corespunzătoare limitei 0,2 a oţelului din cablu ;

V_k = forţa de control maximă, admisă temporar la pretensionare ($\tau_k = 0{,}8\ \tau_{0,2}$) ;

s_k = coeficient de siguranţă pentru cablul pretensionat ;

s_a = coeficient de siguranţă a porţiunii de ancorare,

se poate scrie :

$$s_k = V_{0,2} : V_s \cong 1{,}5$$

$$s_a = V_k : V_s = 0{,}8\ V_{0,2} : V_s \cong 1{,}2.$$

În realitate, coeficientul de siguranţă al porţiunii de ancorare este sensibil mai mare.

În cazul unei roci omogene, încercarea poate fi realizată pe o lungime de ancorare mai scurtă, calculîndu-se, pe baza forţei necesare de smulgere, lungimea necesară de ancorare.

Se atrage atenţia asupra necesităţii determinării curbei $\tau - \varepsilon$ a cablului, pentru a permite controlul prin alungire al forţei de pretensionare.

Exemplu de utilizare a ancorajului în stîncă

Acoperişul bisericii Kannelmäki reazemă pe patru puncte. Forma neobiş-

* Din materialele prezentate la cel de-al IV-lea Congres F.I.P. Praga, iunie 1970.

nuită a acoperişului produce forţe orizontale neobişnuit de mari, acţionînd asupra fundaţiilor. De aceea s-au prevăzut ancoraje pretensionate în stîncă. Forţele ce acţionează asupra unei fundaţii (fig. 1):

$R_{min} = -650$ t $\quad R_{max} = -390$ t

$P_{min} = -580$ t $\quad P_{max} = -350$ t

$V_{max} = +290$ t $\quad V_{min} = +170$ t

Cele cinci ancoraje în stîncă utilizate au fost realizate din fascicule Freyssinet 12 Ø 1/2″ din oţel St 160/180. Ancorajele sînt înclinate unul faţă de celălalt, astfel încît distanţa dintre ele, la adîncimea de ancorare, este în medie de 100 cm. Această distanţă depinde în mare măsură de calitatea stîncii şi trebuie să fie analizată în fiecare caz.

Porţiunea de ancorare a fost realizată cu spirale centrale Ø 17 mm la distanţe de 50 cm şi cu o lungime de 10 cm, iar fasciculul a fost legat cu sîrmă între spire. Lungimea porţiunii de ancorare este de 450 cm.

Încărcarea maximă pe un ancoraj este de aproximativ 90 t şi, presupunînd o rezistenţă la aderenţă (între fascicul şi stîncă) de 25 kg/cm², coeficientul de siguranţă al porţiunii de ancorare este $450 \cdot 9 \cdot \pi \cdot 25 : 90000 \cong 3{,}5$.

Lungimea cea mai mică a porţiunii pretensionate a fost de 6 metri.

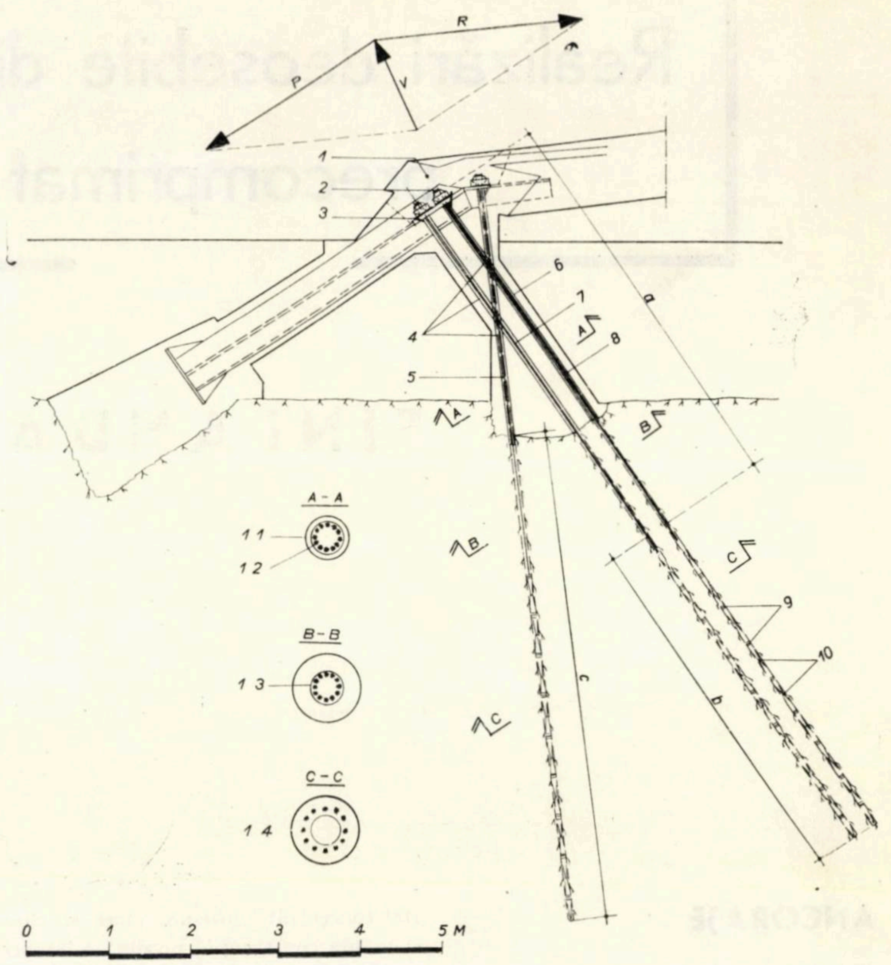


Fig. 1

1. Beton introdus după pretensionare
2. Piese de ancorare din oţel
3. Ţeavă pentru îndepărtarea excesului de mortar de injectare
4. Cinci fascicule Freyssinet 12 Ø 1/2″
5. Un fascicul Freyssinet 12 Ø 1/2″
6. Canal Ø 90 mm
7. 2 X 2 fascicule Freyssinet 12 Ø 1/2″
8. Ţeavă sau spirală centrală de injectare într-un fascicul
9. Spirale centrale Ø 17 mm
10. Legături din sîrmă
11. Canal
12. Fascicul Freyssinet 12 Ø 1/2″ St 160/180
13. Canal de protecţie pe porţiunea pretensionată
14. Secţiune transversală pe porţiunea de ancorare
a — lungimea porţiunii pretensionate
b — lungimea de ancorare 4,5 m

PODUL OUNASJOKI, LA CERCUL POLAR

Lîngă oraşul Rovaniemi, peste rîul Ounas, s-a executat un pod în lungime de 254 m — deschideri 50 + 70 + 70 + + 50 m (fig. 2), cu lăţimea de 14,25 m, cu o secţiune transversală casetată (3 grinzi).

Podul este fundat pe piloţi foraţi.

Suprastructura a fost precomprimată, longitudinal şi transversal, cu bare Ø 26 mm (procedeul Dywidag).

La alegerea procedeului de execuţie s-a ţinut seama de condiţiile speciale puse, în principal de temperatura scăzută (pînă la —30°C), necesitatea asigurării unui gabarit de navigaţie şi înălţimea relativ mare peste fundul văii.

Deschiderile marginale şi o lungime de 22,75 m (în consolă) din deschiderile centrale au fost turnate pe un eşafodaj, în interiorul unei construcţii de protecţie (fig. 3).

După aceasta, betonarea s-a continuat în consolă: pe măsură ce lungimea consolei creştea, s-a utilizat o suspendare cu ajutorul unor cabluri pe piloni şi un reazem provizoriu, pînă la atingerea pilei următoare (fig. 4).

Acelaşi procedeu a fost folosit şi în deschiderea următoare, utilizîndu-se o singură instalaţie (fig. 5), izolată cu un strat de 10 cm de vată minerală şi încălzită în interior cu ajutorul unor suflante de aer cald. Utilizînd şi o încălzire a betonului proaspăt, s-a reuşit — în ciuda temperaturii scăzute — să se toarne săptămînal cîte două tronsoane de cîte 3,5 m lungime.

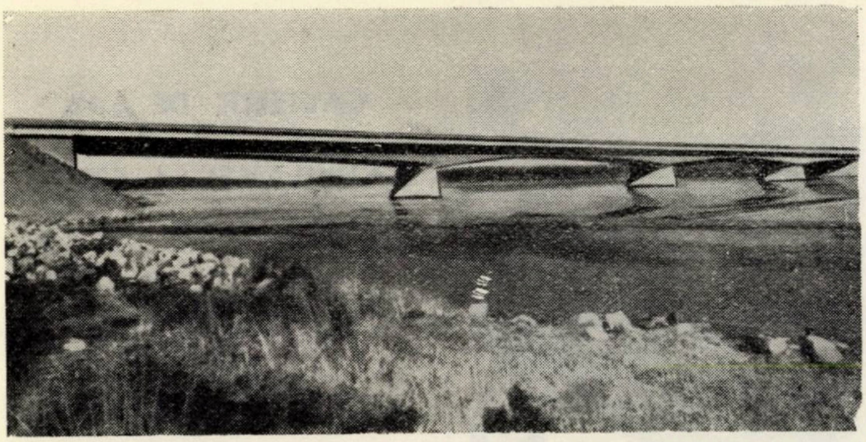
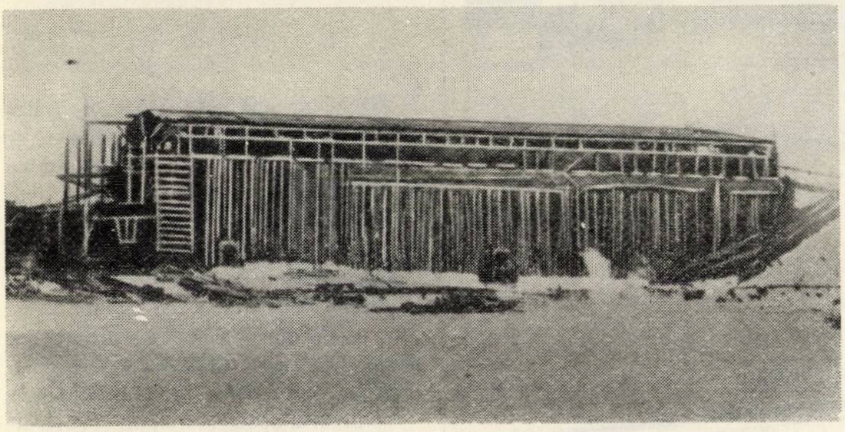


Fig. 2 ▲ Fig. 3 ▼



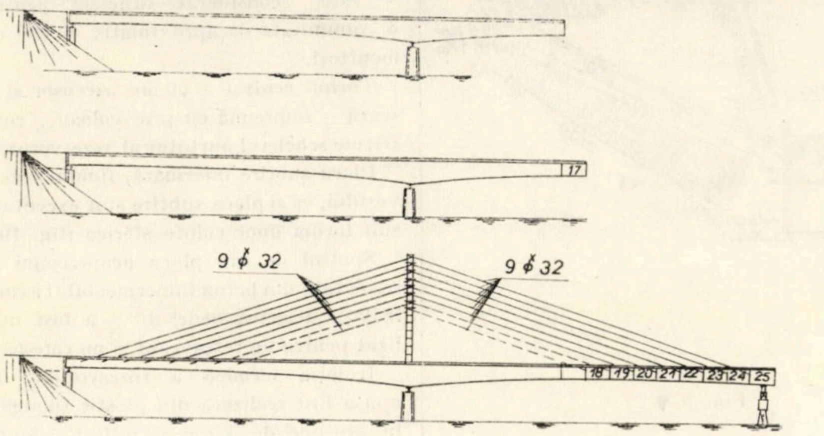
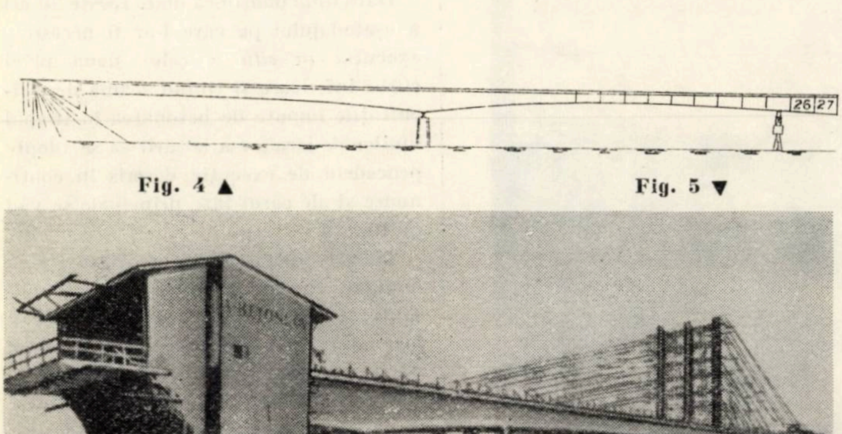


Fig. 4 ▲ Fig. 5 ▼



CASTEL DE APĂ LA LUOLAVUORI

Situat pe o înălțime în apropierea orașului Turku, turnul central al castelului are o înălțime relativ mică. El are un diametru de 23,80 m și un perete cu grosime de 100 cm (beton B 300) și servește ca depozit și pentru amplasarea echipamentului tehnic (instalația de pompare).

Volumul de 11 500 m³ de apă este conținut în două rezervoare conice, unul în interiorul celuilalt, diametrul maxim al canalului exterior fiind de 55,10 m (fig.6).

Peretele conic exterior — cu o înclinare față de orizontală de 30° și o grosime variabilă de la 25 la 35 cm — și cel intermediar — cu o înclinare de 75° și o grosime de 25 cm — au fost executați din beton de marcă 400 și au fost precomprimați cu fascicule 12 Ø 7 mm, respectiv 12 Ø 5 mm ancorate pe 6 nervuri.

Peretele conic interior are o înclinare de 22° față de orizontală și o grosime de 25 cm și — deși neprecomprimat — a fost executat tot din beton cu marca 400.

În figura 7 se prezintă o secțiune transversală prin construcție.

Betonarea fiecărui perete conic a fost executată de cîte două echipe de lucrători, pornind din două puncte diametral opuse și avansînd simultan în ambele direcții. Betonul a fost turnat în porțiuni late de cîte 5 m (fig. 8). În rosturile de turnare s-au utilizat benzi de etanșare.

Acoperișul a fost executat din prefabricate de beton armat : 72 de grinzi peste rezervorul exterior și 36 de grinzi peste rezervorul interior, peste grinzi așezîndu-se plăci prefabricate de beton armat cu rosturile umplute cu mortar.

Peste plăci s-a executat o barieră de vapori din bitum, peste care s-au așezat dulapi de lemn cu izolație termică din vată minerală.

Peste vata minerală se află o împletitură de fibre, un strat de aer și un planșeu de scînduri acoperit cu o izolație hidrofugă din straturi de asfalt.

Turnul este îmbrăcat la exterior cu zidărie de cărămidă și are o izolație termică constituită din 12,5 cm de vată minerală.

Conul exterior este acoperit cu panouri prefabricate executate din lemn impregnat sub presiune.

Foi plane de tablă de oțel acoperă nervurile, în timp ce restul suprafeței exterioare a rezervorului este acoperit cu foi de tablă ondulată.

Pentru întreaga construcție s-au utilizat :

2088 m³ de beton
186 t de oțel obișnuit
23 km de fascicule pretensionate.

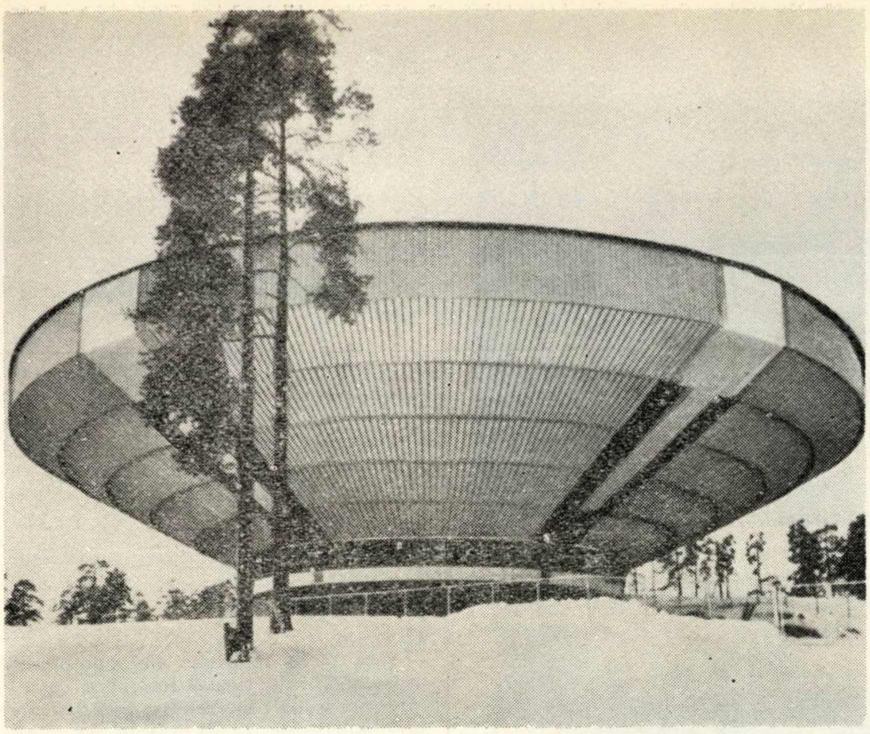


Fig. 6

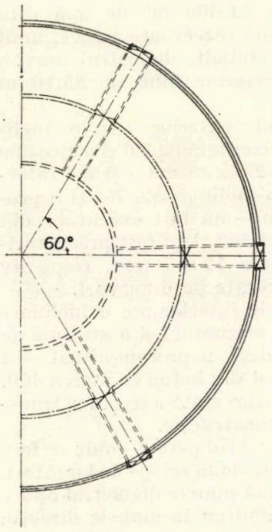


Fig. 7 ▲

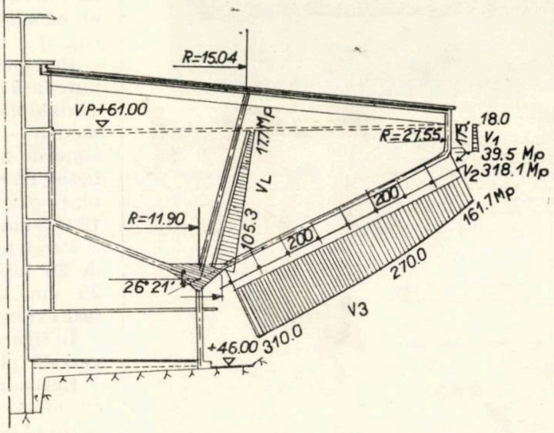
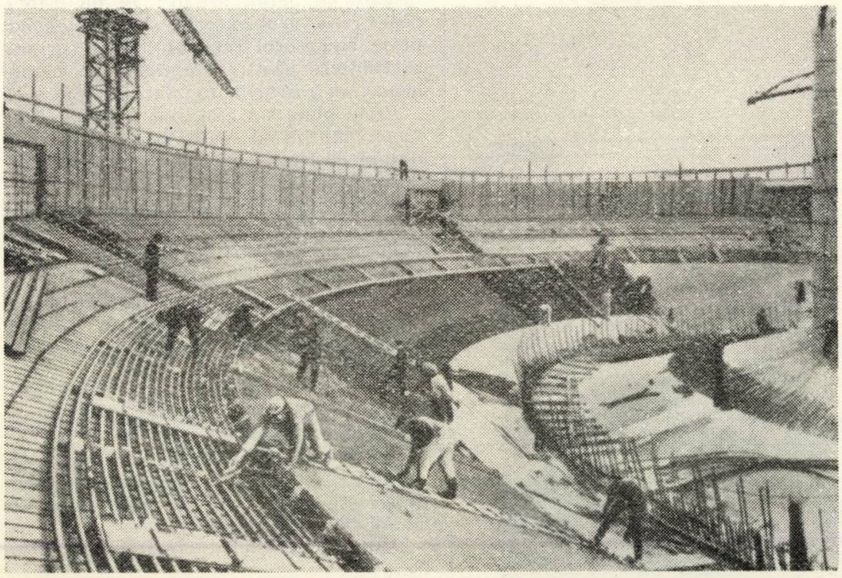


Fig. 8 ▼



CASTELUL DE APĂ HAUKILAHTI LA ESPOO

Castelul de apă este situat în golful Finlandei, la aproximativ 10 km de Helsinki, la o înălţime a terenului de 31 m deasupra nivelului mării, în timp ce cota acoperişului este la +76,30 m, iar platforma panoramică la +69,60 m.

Frumuseţea peisajului înconjurător, ca şi forma deosebită a castelului însuşi (fig. 9) fac din această construcţie un punct de atracţie deosebit pentru călătorii pe mare.

Volumul de apă al castelului — 4 100 m³ — este considerat suficient pentru o comunitate de aproximativ 40 000 de locuitori.

Turnul central — cu un ascensor şi o scară — împreună cu şase coloane, constituie scheletul purtător al rezervorului.

Placa subţire inferioară, fundul rezervorului, ca şi placa subţire sînt executate sub forma unor calote sferice (fig. 10).

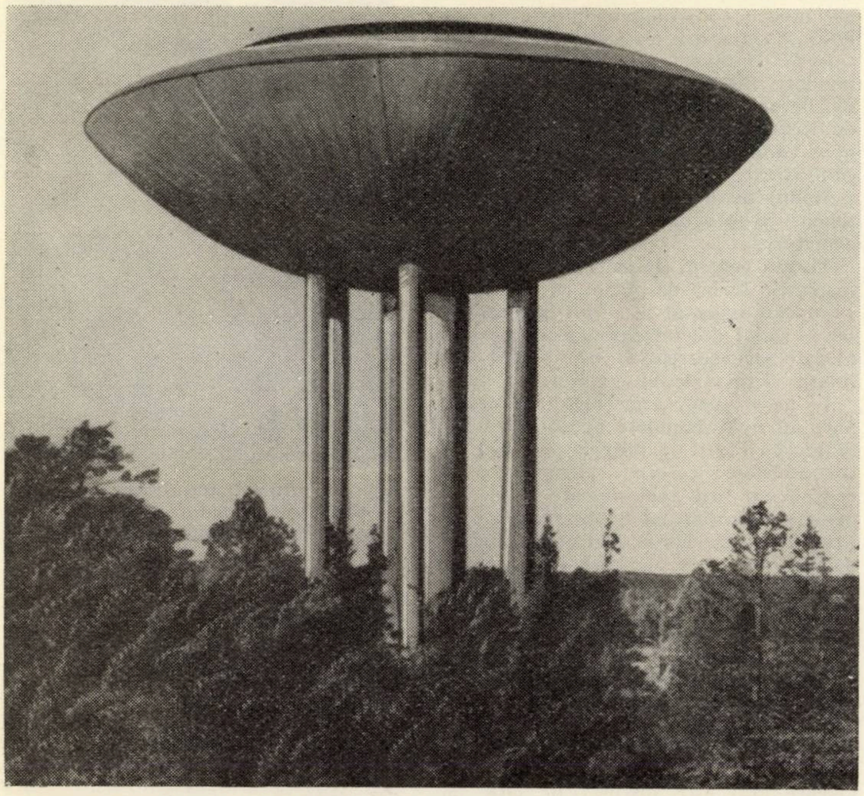
Spaţiul de sub placa acoperişului — executată din beton impermeabil şi avînd izolaţia termică dedesubt — a fost utilizat pentru un restaurant şi un café-bar.

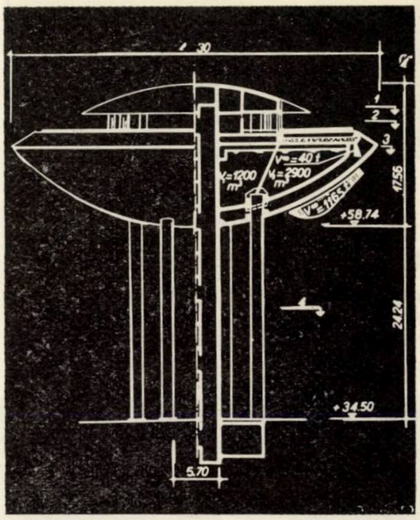
Izolaţia termică a rezervorului de apă a fost realizată din plastic spongios în grosime de 5 cm şi a fost aşezată la exteriorul plăcii inferioare.

Dată fiind înălţimea mare (peste 30 m) a eşafodajului pe care l-ar fi necesitat execuţia *in situ* a celor două plăci curbe inferioare şi ţinînd seamă de dificultăţile impuse de betonarea în timpul lunilor de iarnă, s-a hotărît să se adopte procedeul de execuţie descris în continuare şi ale cărui faze principale se văd în fig. 11.

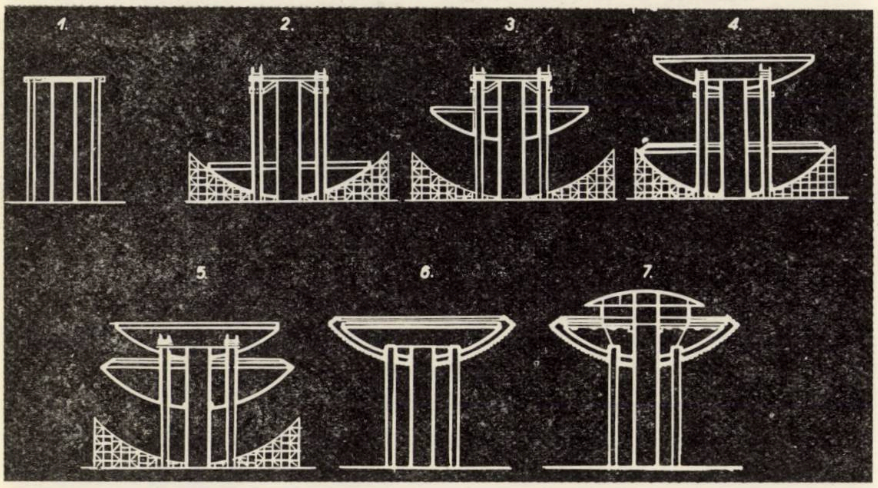
Turnul central şi cele 6 coloane s-au betonat cu ajutorul unor cofraje glisante, după care platforma de lucru a fost lăsată la partea superioară, fiind folosită la operaţiile ulterioare.

Pe un eşafodaj aşezat direct pe stîncă, la partea inferioară a turnului, s-a executat prima calotă sferică (fundul rezervorului) care a fost apoi precomprimată (inclusiv injectarea cablurilor).

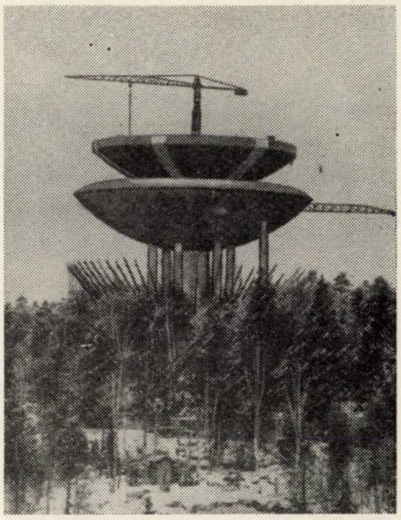




◄ Fig. 9 Fig. 10 ▲



◄ Fig. 11 Fig. 12 ▼



La partea de sus a fiecărei coloane s-au așezat cîte două grinzi metalice, cu cîte un vinci hidraulic de 300 t între ele.

Pentru liftare, calota sferică — cu diametrul de 40 m și greutatea de 1230 t — a fost agățată de aceste grinzi prin cîte opt bare de oțel Ø 32 mm de înaltă rezistență (St. 80/105) în dreptul fiecărei coloane. Barele au fost executate din tronsoane de cîte 3 m îmbinate cu manșoane.

În acest mod, prima calotă sferică a fost liftată la o înălțime de 26 m, în timp ce, pe același eșafodaj, se executa cea de-a doua calotă sferică (exterioară), după ce se așezase pe cofraj învelișul exterior și izolația termică. Liftarea acestei de-a doua calote (greutate 1170 t) s-a executat cu ajutorul acelorași bare amintite mai înainte și — deși operațiile au avut loc în plină iarnă, în lunile decembrie, ianuarie — durata de ridicare la 25 m a fost egală cu cea necesară pentru liftarea primei calote.

În figura 12 se prezintă un aspect al execuției, în momentul cînd a doua calotă se găsește la mijlocul înălțimii de liftare.

Cînd cea de-a doua calotă sferică a atins poziția definitivă, ultimele porțiuni de bare au fost lăsate pe loc pentru a o susține. S-a trecut apoi la betonarea grinzii de centură de la fundul rezervorului și s-a executat acoperișul rezervorului, ca și lucrările necesare pentru restaurant și pentru echipamentul tehnic.

●–●–●–●–●–●–●–●–●

UN BLOC-TURN „SUSPENDAT"

Clădirea Băncii Standard din Johannesburg are 137 m înălțime și cuprinde holul propriu-zis al băncii de 11 m înălțime, la parter, douăzeci și șapte de niveluri pentru birouri, trei niveluri tehnice și încă patru niveluri la partea superioară a construcției. Partea neobișnuită a structurii o constituie faptul că cele 27 de niveluri cu birouri sînt suspendate de trei elemente în consolă, din beton precomprimat, cîte nouă etaje de fiecare element în consolă, cu ajutorul unor tiranți de asemenea din beton precomprimat.

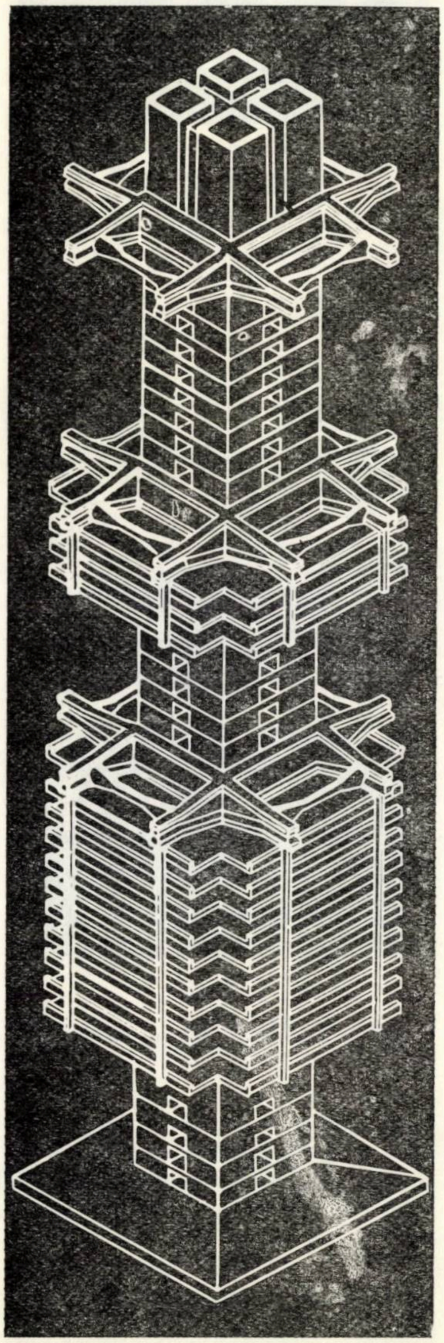


Fig. 1. Schemă izometrică a turnului central arătînd metoda de suspendare a cîte nouă etaje de fiecare element în consolă

Modul de construcție — ilustrat prin schema și fotografiile alăturate — a fost următorul :

Turnul central (inima clădirii), avînd în plan o formă de pătrat cu latura de 14 m, fost executat în cofraj alunecător, iar în golul din interiorul său sînt amplasate ascensoarele. De acest turn sînt fixate elementele în consolă.

În acest scop, armăturile pretensionate au fost asamblate la nivelul terenului și ridicate la poziția necesară la trei niveluri ; cofrajele elementelor în consolă au fost apoi ridicate și ele, în jurul armăturilor, iar betonarea s-a executat cu procedeul de avansare cunoscut de la poduri, fiecare grindă fiind turnată în trei reprize. Fiecare grindă în consolă a cuprins cîte 20 de fascicule tip Leoba AK 210 realizate cu cîte 12 vergele Ø 12,2 mm (forța de rupere 217 t) și pretensionate în mai multe etape, pe măsură ce avansa suspendarea etajelor.

Fiecare din cei opt tiranți, realizați din fascicule asemănătoare, a fost introdus într-o țeavă cu diametrul mare. Fiecare etaj este susținut de cîte un fascicul care este scos în afara tirantului și se prelungește în grinda de contur a etajului respectiv. În timpul ridicării, fiecare etaj a fost susținut de un fascicul suplimentar adăugat la tirant. După terminarea ridicării tuturor etajelor, au mai fost adăugate fascicule pentru a mări gradul de siguranță al sistemului.

Un interes particular îl prezintă metoda de ridicare a etajelor :

La partea superioară a turnului, s-a montat o macara cu braț capabilă să suporte 71 t. De cablurile acestei macarale s-a suspendat o platformă metalică cu ajutorul căreia se ridică în poziție, pe rînd, elementele prefabricate ale fiecărui etaj. Odată ridicate, aceste elemente erau agățate, prin tiranți metalici provizorii, de etajul terminat de deasupra. După aceea se ridica și grinda de contur, de 24 m lungime, care avea atașat și elementul de tirant, și care se suspenda și ea de un braț atîrnînd din tirantul de deasupra. Suprafața acestui element de tirant era apoi acoperită cu mortar cu epoxy și întreaga grindă de contur era lăsată în poziția finală. După 24 de ore, necesare pentru întărirea mortarului cu epoxy, s-a efectuat pretensionarea după care elementele prefabricate ale etajului respectiv au fost lăsate în jos pe grinda de contur și s-au betonat toate rosturile.

O grijă deosebită s-a acordat protecției fasciculelor verticale : în mortarul de injectare s-a introdus un aditiv special (Methocel 60 H.G.DGS) și s-a prevăzut un cap suplimentar de 9,1 m la partea superioară a fiecărui tirant.

Durata totală a execuției construcției, inclusiv porțiunea subterană de 21,5 m, a fost de trei ani, dovedindu-se posibil a se ridica un etaj, în medie, la patru zile, lucrîndu-se simultan la trei niveluri.

Fig. 2. Turnul terminat, elementul inferior în consolă terminat, cel de sus în construcție, iar fasciculele pentru cel central în poziție

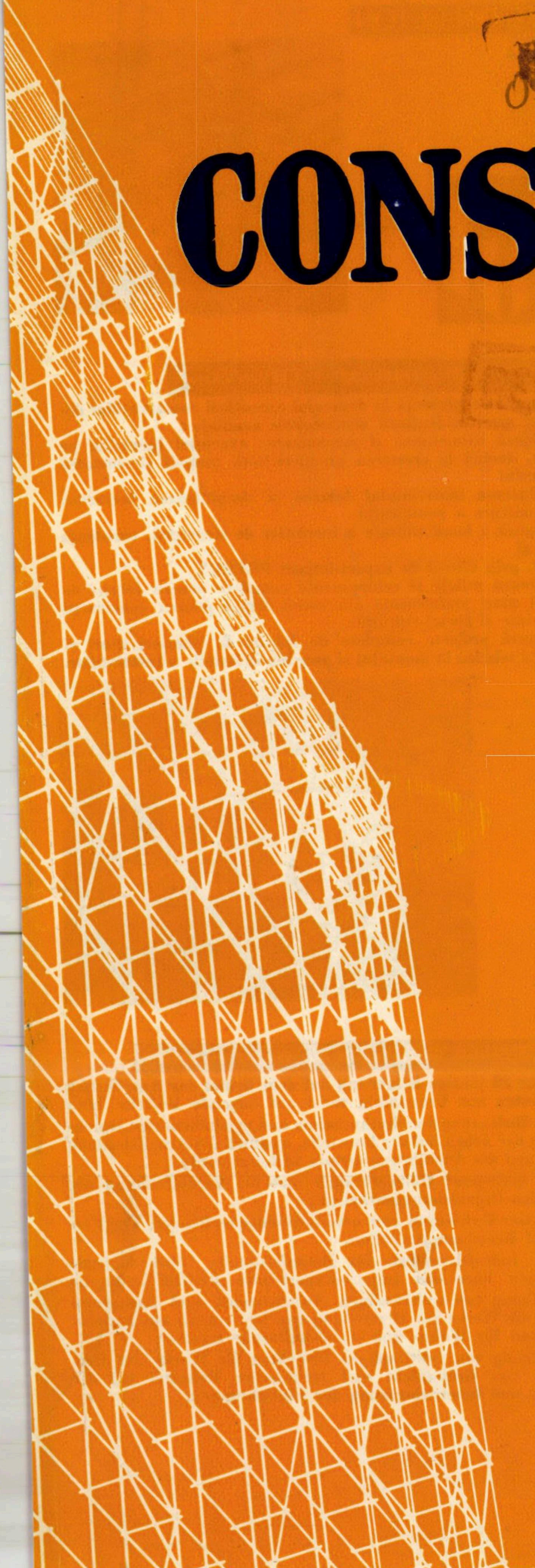
Fig. 3. Ridicarea etajelor simultan la trei niveluri.

Fig. 4. Clădirea terminată

Clădirea terminată are finisajul din beton aparent, iar arhitectura sa reflectă procedeul de execuție adoptat.

E 1688

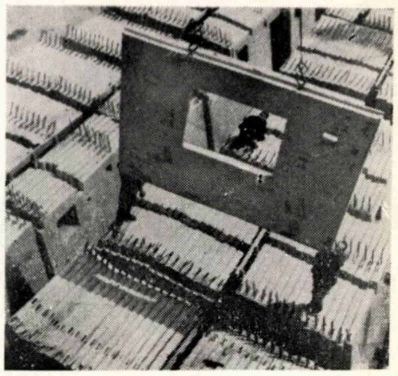
CONSTRUCȚII

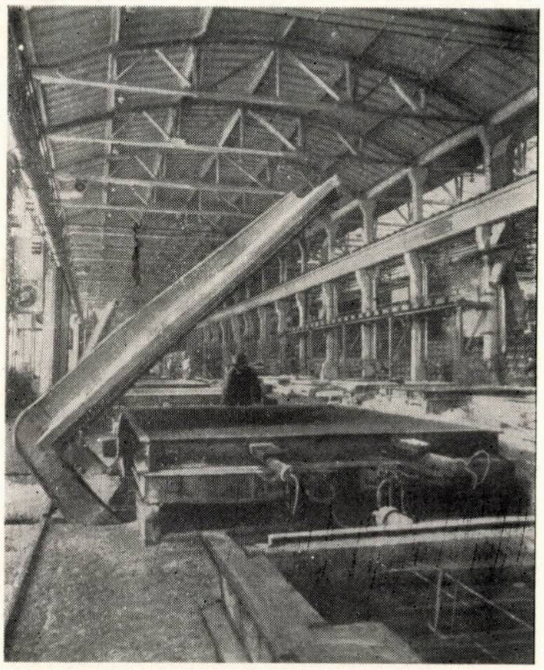


9
1971

CENTRALA INDUSTRIALA DE PREFABRICATE DIN BETON

Bd. 1848 Nr. 10 TEL. 16.22.60. BUCUREŞTI R. S. ROMÂNIA





PANOURI MARI PREFABRICATE DIN BETON ARMAT

20 de ani de experienţă în domeniul execuţării construcţiilor din panouri mari evidenţiază următoarele avantaje:

- **Asigură** ritmicitatea şi mecanizarea execuţiei **lucrărilor pe şantier, ducînd** la creşterea productivităţii muncii şi scurtarea **termenului**
- **Reducerea** materialului **lemnos** şi simplificarea lucrărilor de **organizare** a şantierului
- Asigură **o bună calitate a lucrărilor de structură, rezistenţă** şi finisaj

C.I.P.B. prin oficiul de export-import PREBEX

- ■ **Livrează** utilaje şi echipamente complete pentru fabrici de panouri mari prefabricate din beton armat pentru construcţii de locuinţe şi social-culturale
- ■ Asigură **proiecte complete de fabrici de panouri mari** şi asistenţă **tehnică la montajul şi punerea în funcţie a instalaţiilor.**

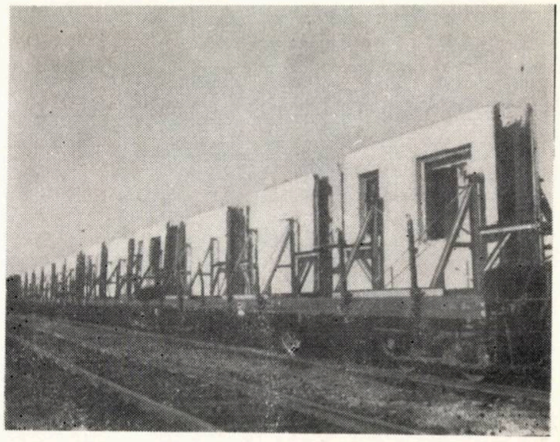
LARGE PRECAST REINFORCED CONCRETE PANELS

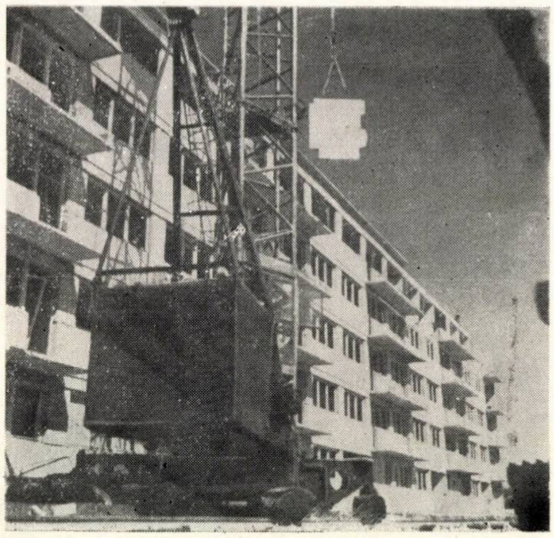
20 years of experience in the construction of large precast panels **buildings point to a series of outstanding advantages:**

- A steady pace and mechanization **of** work on the building sites resulting in **higher efficiency and** shorter completion dates
- **Timber saving and simplification** of job-site **management**
- **Securing of** high-quality structures, **strong frames and excellent,** smooth finishings

The group of industrial enterprises **for the production of** concrete prefabs — **through PREBEX, its import-export** office:

- ■ **Supplies complete installations and plants for** factories of **large precast reinforced concrete panels to be used in** dwelling and **socio-cultural** facilities construction
- ■ Provides complete designs for factories of large **panels** as well as technical assistance for the assembling and **putting** into **service of the installations**





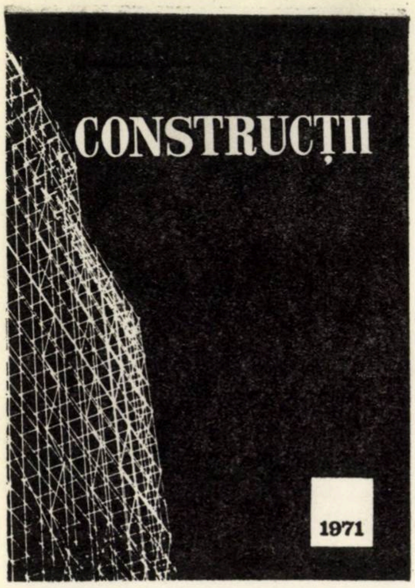
VORGEFERTIGTE GROSSTAFELN AUS BEWEHRTEM BETON

Eine 20 jährige Erfahrung auf dem Gebiet der Ausführung von Bauten aus Grosstafeln weist auf folgende Vorteile hin:

- Gewährleistung der rhythmischen und mechanisierten Durchführung der Arbeit auf der Baustelle, wodurch die Arbeitsleistung erhöht und der Ausführungstermin verkürzt wird;
- **Ein** geringerer Holzverbrauch und die Vereinfachung der **Baustellen-Organisierungsarbeiten;**
- **Die** Gewährleistung von qualitativ entsprechenden **Tragwerken und** Beendigungsarbeiten.

Die Industriezentrale für Betonfertigteile führt folgende **Leistungen** über das Import-Export-Büro **PREBEX** durch:

- ■ **Lieferung** von vollständigen Ausrüstungen und Austattungen **für die** Werke zur **Herstellung** von Grosstafeln aus bewehrtem **Beton** für Wohn- und sozial-kulturelle Bauten;
- ■ **Lieferung** von vollständigen Projekten für Werke zur Herstellung von Grosstafeln und technischer Beistand bei der Montage und Inbetriebsetzung der Einrichtungen.



Nr. 9/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

Acad. Ștefan BĂLAN, dr. ing. Valeriu PETCU :
Aplicarea metodei densităților mecanice la dimensionarea în domeniul plastic a cadrelor de oțel cu forțe axiale neglijabile 1

Ing. Dan CHIȚU, ing. Dan VASILIU :
Betoane de mărci superioare turnate în cofraje glisante 10

Ing. Radu POPA
Unele aspecte de calitate în producția de prefabricate de beton și beton armat 17

Ing. Marin MANOLACHE :
Jocurile de sinteză: O metodă pentru verificarea cadrelor de conducere în construcții 23

Ing. Einar KEINTZEL
Tabele pentru calculul cadrelor etajate spațiale axial-simetrice 28

Ing. Mircea GÎRLEȘTEANU
O metodă pentru simplificarea elaborării normativelor de muncă: Trasarea curbei normative prin folosirea funcției de regresie liniară 31

Prof. dr. ing. Nicolae POSEA :
Structurări noi ale metodelor de calcul în vederea folosirii calculatoarelor cifrice în proiectare 34

Ing. Liviu STESCU
Asupra calculului frecvențelor și al formelor proprii de vibrație ale construcțiilor 43

Ing. I. RAPPAPORT, ing. Ștefan VINTILĂ :
Golirea rezervoarelor închise sub presiune variabilă 47

CONSTRUCȚII

revistă a
MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE
editată de
C.D.C.A.S.
REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția: str. Episcopiei 9, Sector 1. Tel. 16 49 14
Căsuța poștală 2980. Oficiul poștal 22
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 B.N.S.M.B., Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. ing. C. AVRAM, Institutul politehnic Timişoara ; ing. AL. AUSSLÄNDER, şef sector, Ministerul Construcţiilor Industriale ; ing. EM. BAICULESCU, director tehnic **IPIMC** ; acad. prof. ing. ŞTEFAN BĂLAN, Institutul de construcţii Bucureşti ; ing. O. BÎRSAN, director general **DGCM—CPMB** ; ing. ROMULUS CONSTANTINESCU, director adjunct ştiinţific **INCERC** ; ing. TUDOR DINESCU, inginer specialist **ICPA** ; ing. DINU ELIADE, şef sector tehnic, Ministerul Construcţiilor Industriale ; ing. I. GĂVOZDEA, vicepreşedinte al **CSEAL** ; ing. D. GHIŢESCU, şef secţie **INCERC** ; ing. MIRCEA HUREZEANU, inginer şef **IMNR** ; ing. CONST. IONESCU, adjunct al ministrului construcţiilor industriale ; ing. N. LASZLO, inginer şef **ISART** ; ing. M. LUPAN, director adjunct ştiinţific **INCERC** ; ing. A. MEDVEŢCHI, director în **MIMC** ; ing. RADU NEGRU, consilier **CNST** ; ing. M. PĂTULEA, director în M. C. Ind. ; ing. SIMION POP, vicepreşedinte al Comitetului Executiv al Consiliului Popular al Municipiului Bucureşti ; prof. ing. VICTOR POPESCU, Institutul de construcţii Bucureşti ; prof. ing. OLIVIU RUSU, vicepreşedinte al **CNIT** ; ing. GH. SLĂDESCU, inspector general de stat pentru construcţii ; ing. S. ŞIŞMAN, şeful Laboratorului central al M. C. Ind. ; ing. I. VASILESCU, director general în **MIMC** ; ing. P. VERNESCU, director al **IPC**.

Redactor responsabil
Prof. dr. ing. DAN F. DUMITRESCU
Institutul de construcţii Bucureşti

SUMMARY

Şt. BĂLAN, V. PETCU : Applying the mechanical densites method to the sizing of steel frames within the plastic field

The method of mechanical densities is used for determining the values of the plastic moments in the critical sections of the steel frames designed in the plastic realm. One exemple of computation is given in detail, whose results are compared with those obtained by using the allowable strength method and the simple plastic theory method respectively.

In conclusion, the theoretical and practical advantages of applying the mechanical densities method to the computation of the steel frames in the plastic field are pointed out.

D. CHIŢU, D. VASILIU : High-quality mark concretes cast in slipforms

The manner the components of the concrete and the kind of compaction can influence the properties of the fresh and hardened concrete cast in slipforms is studied in the article. The purpose kept in view was to reach admissible values for the friction between the concrete and the form, thus making possible the erection of the slipform in good conditions, an as high as possible resistance of the fresh and hardened concrete, and a proper aspect of its outside surfaces, without segregations, voids or exposed reinforcements.

The possibility was established of producing high-quality concrete marks (B400) in the structures cast in slipforms, using concretes with a reduced water/cement ratio processed by vibratory compaction.

R. POPA : Some aspects concerning the quality of concrete and reinforced concrete prefabs

The author presents some situations obtaining in some prefabs works and analyzes concisely the causes determining unsatisfactory results concerning quality, in the production of the concrete and reinforced concrete prefabs.

M. MANOLACHE : A method for the verification of the managing staff in building : the synthesis games

Due to the complexity of the decisions he is called to take, particular qualities are required of a manager in the activity of building, and especially a particular aptitude for analysis, the capacity of extracting from the enormous mass of informations and statistical data those facts which constitute the essence of the phenomena.

In the paper, the author presents the way in which it is possible to use for recruiting and training the managing staff in building, the method of the synthesis game, a method which takes its origin in the so-called *business games* used to the same end in industrial units.

E. KEINTZEL : Tables for the calculation of axial-symmetric spatial staged frames

The author starts from the simplifying method for the calculation of symmetrical tower-type polygonal spatial frames, suggested by Eng. Anastasescu and Eng. Munteanu in an article published in No. 3/1963 of our journal and consistiing in the introduction of approximations which permit the decomposition in calculation of the actual spatial frame in a series of plane frames.

The author of the present article completes this method by presenting, ready calculated in the form of tables, the values of the distribution coefficients from the spatial frame to the component plane frames. The tables are given depending on the number of levels (1 .... 4) and the number of sides of the regular polygone forming the outline of the spatial frame (3 ... 12).

M. GIRLEŞTEANU : A method for the simplification of the elaboration of work norms : the plotting of the norm curve by using the linear regression function

In the paper the author presents comparatively two procedures for the mathematical processing of primary data concerning the plotting of the norm curve used for the elaboration of work norms.

The method of using the linear regression function by selecting in a certain way the co-ordination axis, simplifies the mathematical processing of primary data as compared to the graphical-analytical method.

Likewise, the plotting of the norm curve permits to establish values outside chronometrations or instantaneous observations, reducing the time required for the elaboration of work norms.

The possibility of the computation of the correlation coefficient shows the connection existing between variables.

L. STESCU : Computation of frequencies and of the natural forms of vibration of structures

The author presents a program (worked out for „Programma 101" office computer) which, based on Holzer's method, expressed on the transfer matrix, determines the frequency and amplitude of the natural vibrations of an elastic system with *n* degrees of freedom, within only one card.

I. RAPPAPORT, ST. VINTILĂ : Draining of closed tanks under variable pressure

The work presents a general calculation method of the flows supplied in the case of draining closed tanks set under variable pressure.

The general problem presented can be particularized for various cases met both in the cold water distribution plants (hydrophores, etc.), in warm water distribution plants (closed expansion vessels, etc.), as well as in draining containers under variable pressure which contain various liquids (fuels, etc.) in industrial installations.

The final formulae are brought to the shape required for their immediate application in the practice of designing the relevant installations.

SOMMAIRE

Şt. BĂLAN, V. PETCU : L'emploi de la méthode des densités mécaniques au dimensionnement des cadres en acier dans le domaine plastique

On utilise dans l'article la méthode des densités mécaniques pour déterminer les valeurs des moments plastiques dans les sections critiques des cadres en acier, calculés dans le domaine plastique. On présente en détail un exemple de calcul, dont les résultats sont comparés à ceux obtenus par l'emploi de la méthode des résistances admissibles et, respectivement, des méthodes de la théorie plastique simple. Finalement on met en évidence les avantages théoriques et pratiques qui résultent de l'emploi de la méthode des densités mécaniques au calcul des cadres en acier dans le domaine plastique.

D. CHITU, D. VASILIU : Bétons de marques supérieures coulés en coffrages glissants

On étudie la modalité dont les composants du béton et le genre de compactage peuvent influencer les propriétés du béton frais et durci, coulé en coffrages glissants. Le but poursuivi a été d'obtenir des valeurs acceptables pour le frottement entre le béton et le coffrage, afin de permettre le soulèvement du coffrage glissant en bonnes conditions, pour que la résistance du béton frais et durci soit aussi élevée que possible et que l'aspect de ses surfaces extérieures soit adéquat, sans ségrégations, sans vides et sans armatures non-enrobées.

On souligne la possibilité d'obtenir des marques supérieures (B400) aux ouvrages exécutés en coffrages glissants, par l'emploi des bétons à rapport eau/ciment réduit, compactés par vibration.

R. POPA : Quelques aspects concernant la qualité dans la production de préfabriqués en béton armé

L'auteur expose certaines situations existant dans certaines entreprises de prefabriqués et fait une succinte analyse des causes qui déterminent des résultats nonsatisfaisants du point de vue qualitatif dans la production de préfabriqués en béton et béton armé.

M. MANOLACHE : Une méthode pour vérifier les cadres dirigeants dans les constructions — les jeux de synthèse

Vu la compléxité des décisions qu'un dirigeant doit prendre dans l'activité de construction, on lui demande des qualités spéciales, surtout une aptitude spéciale d'analyse, la capacité de savoir extraire de l'énorme masse d'informations et données statistiques, les faits qui constituent l'essentiel des phénomènes.

Dans l'article, l'auteur présente la manière d'utiliser la méthode des jeux de synthèse pour le recrutement et la formation des cadres dirigeants dans les constructions, méthode qui a son origine dans les „jeux d'affaires" (*bussiness games*), utilisés dans le même but dans les entreprises industrielles.

E. KEINTZEL : Tableaux pour le calcul des cadres spatiaux étagés axial-symétriques

L'auteur part de la méthode simplifiée pour le calcul des cadres spatiaux polygonaux symétriques de type tour, proposée par l'Ing. Anastasescu et l'Ing. Munteanu dans l'article publié dans le No. 3/1963 de notre revue et qui consiste dans l'introduction de certaines approximations qui permettent de partager pour le calcul le cadre spatial réel dans une série de cadres plans.

L'auteur du présent article complète la méthode, en présentant tout calculées, sous forme des tableaux, les valeurs des coefficients de répartition des moments du cadre spatial, vers les cadres plans composants.

Les tableaux sont donnés en fonction du nombre des niveaux (1 ... 4) et du nombre des côtés du polygone régulier qui désigne le contour du cadre spatial (3 ... 12).

M. GÎRLEŞTEANU : Une méthode pour simplifier l'élaboration des normes de travail : tracement de la courbe normative par l'utilisation de la fonction de régression linéaire

L'ouvrage présente par comparaison deux procédés pour l'interprétation mathématique des données primaires concernant le tracé de la courbe normative utilisés pour l'élaboration des normes de travail.

Le procédé de l'utilisation de la fonction de régression linéaire, par une certaine modalité de choix des axes de coordination, simplifie l'interprétation mathématique des données primaires, en comparaison avec la méthode graphique-analytique.

De même, le tracement de la courbe normative permet d'établir les valeurs en dehors des chronométrages ou des observations instantanées, réduisant le temps nécessaire pour l'élaboration des normes de travail.

La possibilité de calculer le coefficient de corrélation montre la liaison qui existe entre les variables.

L. STESCU : Sur le calcul des fréquences et des formes propres de vibration des bâtiments

L'auteur expose un programme (élaboré pour l'ordinateur de bureau „Programma 101") qui, ayant à la base la méthode Holzer exprimée par la matrice de transfert, détermine la fréquence et les amplitudes des vibrations propres d'un système élastique à n degrés de liberté, dans une seule et même carte.

I. RAPPAPORT, ST. VINTILĂ : Le vidage des réservoirs fermés sous pression variable

L'ouvrage présente une méthode générale de calcul des débits apparus dans le vidage des réservoirs fermés, sous pression variable.

On peut particulariser le problème, présenté en général, pour différents cas rencontrés tant aux installations de distribution d'eau froide (hydrophores etc.), d'eau chaude (des vaisseaux d'expansion fermés etc.), qu'aux vidage des récipients sous pression variable, abritant différents liquides (combustibles etc.) dans les installations industrielles.

Les formules finales sont présentées sous la forme nécessaire pour leurs application immédiate dans la projection des installations respectives.

INHALT

St. BĂLAN, V. PETCU : Die Anwendung der Methode der mechanischen Dichte bei der Bemessung der Stahlrahmen im plastischen Gebiet

Die Methode der mechanischen Dichte wird für die Bestimmung der Werte von plastischen Momenten in den kritischen Querschnitten der im plastischen Bereich berechneten Stahlrahmen angewandt. Es wird ein ausführliches Berechnungsbeispiel gegeben, dessen Ergebnisse mit denjenigen verglichen werden , welche durch die Anwendung der Methode der zulässigen Spannungen bzw. der Methoden im Rahmen der einfachen plastischen Theorie erzielt werden. In der Schlussfolgerun werden die theoretischen und praktischen Vorteile der Anwendung der Methode der mechanischen Dichte bei Berechnungen im plastischen Bereich der Stahlrahmen hervorgehoben.

D. CHITU, D. VASILIU : In Gleitschalungen gegossene Betonarten hochwertiger Marken

Es wurde die Art überprüft, in welcher die Betonbestandteile und die Verdichtungsart die Eigenschaften des frischgegossenen und des erhärteten Betons in Gleitschalungen beeinflussen können. Es wurde ein besonderer Wert auf eine zwischen annehmbaren Grenzen befindliche Reibung zwischen Beton und Schalung gelegt, welche die Mitnahme unter guten Bedingungen der Gleitschalung gestattet, damit die Festigkeit des frisch gegossenen und des erhärteten Betons höchstmöglich und das Aussehen der Aussenfläche entsprechend sei, ohne dabei Entmischungen, Lucken oder unbedeckte Bewehrungsstäbe aufzuweisen.

Es wurde festgestellt, dass Betontypen höherer Marken (B 400) im Rahmen der mit Gleitschalung durchgeführten Arbeiten durch Anwendung von schwingverdichteten Betonarten mit einem geringen Wasser-Zement-Faktor erzielt werden können.

R. POPA : Einige Qualitätsfragen bei der Herstellung von Beton- und Stahlbetonfertigteilen

Der Verfasser weist auf einige Tatsachen hin, welche in einigen Fertigteilwerken festgestellt werden konnten und untersucht die Gründe der vom qualitativen Standpunkt nichtzufriedenstellenden Ergebnisse bei der Herstellung von Beton — und Stahlbetonfertigteilen.

M. MANOLACHE : Methode zur Prüfung der leitenden Kader im Bauwesen : die Synthesenspiele

In Anbetracht der komplexen Entscheidungen welche ein Leiter im Bauwesen treffen muss, muss dieser besondere Eigenschaften besitzen, und insbesondere eine spezielle Fähigkeit, aus der grossen Anzahl von Informationen und statistischen Angaben diejenigen abzusondern, welche den Kernpunkt der Fragen darstellen.

Der Verfasser zeigt die Art in welcher die Methode der Synthesenspiele für das Auffinden und die Vorbereitung der leitenden Kader im Bauwesen angewandt werden kann, wobei diese Methode von den sogenannten „Geschäftsspielen" (business games) stammt, welche zu denselben Zweck in den Industrieunternehmen angewandt werden.

E. KEINTZEL : Tabellen für die Berechnung der axial-symmetrischen überlagerten räumlischen Rahmen

Der Verfasser geht von der Vereinfachungsmethode für die Berechnung der symmetrischen poligonalen räumlischen Rahmen der Turmtype aus, welche von Dipl. Ing. Anastasescu und Dipl. Ing. Munteanu in einem in Nr. 3/1963 unserer Zeitschrift veröffentlichten Artikel vorgeschlagen wurde; diese besteht aus der Einführung von Näherungsformeln welche die Aufgliederung im Rahmen der Berechnungen des tatsächlichen räumlichen Rahmens in eine Reihe von flachen Rahmen zulassen.

Der Verfasser vorliegenden Beitrages ergänzt diese Methode und gibt in einer Tabelle die berechneten Werte der Momenten-Verteilungskennzahlen von räumlichen Rahmen auf die zusammensetzenden flachen Rahmen an. Die Tabellen sind in Abhängigkeit von der Stockwerkanzahl (1 ... 4) und der Seitenanzahl des regelmässigen Polygons, welcher den Umriss des räumlichen Rahmens bildet (3 ... 12) zusammengestellt.

M. GÎRLEŞTEANU : Methode für die Vereinfachung der Ausarbeitung von Arbeitsnormativen : Das Ziehen der Normativkurve, durch Anwendung der linearen Regressionsfunktion

Der Beitrag bespricht vergleichend zwei Verfahren für die mathematische Verarbeitung der primären Daten, im Zusammenhang mit dem Ziehen der Normativkurve welche für die Ausarbeitung der Arbeitsnormative angewandt wird.

Das Verfahren im Rahmen dessen die lineare Regressionskurve durch eine bestimmte Auswahl der Koordinatenachsen angewandt wird, vereinfacht die mathematische Verarbeitung der primären Daten gegenüber der graphisch-analytischen Methode.

Das Ziehen der Normativkurve gestattet desgleichen die Festlegung von Werten ausserhalb des Chronometrierverfahrens oder der augenblicklichen Beobachtung, wodurch die für die Ausarbeitung der Arbeitsnormative nötige Zeit verringert wird.

Die Möglichkeit der Berechnung der Korrelationskennzahlen weist auf die zwischen den Veränderlichen bestehende Verbindung hin.

L. STESCU : Über die Berechnung der Frequenzen und der Eigenschwingungen der Bauten

Der Verfasser führt ein Programm vor (ausgearbeitet für den Bürorechner „Programma 101"), welches, auf Grund der durch die Transfermatrix ausgedrückte Holzermethode, die Frequenz und die Amplitüde der Eigenschwingungen eines elastischen Systems mit *n* Freiheitsgraden, im Rahmen einer einzigen Karte, bestimmt.

I. RAPPAPORT, ST. VINTILĂ : Das Leeren von geschlossenen Behältern unter veränderlichem Druck

Der Beitrag bespricht eine allgemeine Berechnungsmethode der Förderleistungen für das Entleeren der unter veränderlichem Druck befindlichen geschlossenen Behälter.

Die allgemein dargestellte Frage kann in verschiedenen praktischen Fällen angewandt werden, u. zw. sowohl bei den Kaltwasserverteilungsanlagen (Hauswasserversorgungsanlagen usw.), den Warmwasserverteilungsanlagen (geschlossene Expansionsgefässe usw.) als auch bei der Entleerung der Behälter unter veränderlichem Druck, welche in Industrieanlagen verschiedene Flüssigkeiten (Brennstoffe usw.) enthalten.

Die Endformeln sind derart berechnet, dass sie unmittelbar im Rahmen der Projektierung der bezüglichen Anlagen angewandt werden konnen.

СОДЕРЖАНИЕ

ШТ. БЭЛАН, В. ПЕТКУ: Применение метода механических плотностей при назначении размеров стальных рам, работающих в пластической области

В работе применяется метод механических плотностей, при помощи которого определяются значения пластических моментов в критических сечениях стальных рам, рассчитанных на работу в пластической области. Обширно трактуется пример расчёта, результаты которого сравниваются с результатами, полученными при помощи методов допустимых сопротивлений и теории простой пластичности.

В заключении выводятся теоретические и практические преимущества, получаемые при применении метода механических плотностей при расчёте стальных рам в пластической области.

Д. КИЦУ, Д. ВАСИЛИУ: Высококачественный бетон, уложенный в скользящей опалубке

Обследовано влияние составных частей бетона и способа уплотнения на качество бетона свежеуложенного и затвердевшего, уложенного в скользящей опалубке. Следили за тем, чтобы трение между бетоном и опалубкой имело бы примлемые значения, позволяющие движение опалубки в хороших условиях, чтобы прочность бетона как свежеуложенного, так и затвердевшего, было бы, по мере возможности, выше, а внешний вид распалубленного бетона был бы, по возможности, лучше, то есть без благоотделения, проёмов и непокрытой бетоном арматуры.

Установлено, что можно получить высококачественный бетон (Б 400), уложенный в скользящей опалубке при условии применения сниженного значения водоцементного соотношения и уплотнения вибрированием.

Р. ПОПА: Некоторые аспекты качества в производстве сборного бетона и железоветона

В своей работе автор описывает несколько ситуаций, существующих на некоторых заводах сборных элементов и производит краткий анализ причин, породивших неудовлетворительные результаты, касающиеся качества выпускаемых сборных бетонных и железоетонных элементов.

М. МАНОЛАКЕ: Метод проверки руководящих кадров в строительстве: синтетизирующие игры

Благодаря сложности решений, которые обязан принимать руководитель в строительной деятельности, он должен обладать особыми качествами и, в особенности, специальным уклоном к анализу, способностью выделить из колосального множества информаций и статистических данных, те факты, которые являются сущностью явлений.

В статье автор описывает как можно применить, при наборе и подготовке руководящих кадров в строительстве, метод синтетизирующих игр, который имеет свои зачатки в так называемых ,,деловых играх'' (*business games*), применяемых с такой же целью в промышленных предприятиях.

Е. КАЙНЦЕЛ: Таблицы для расчета пространственных этажных симметричных относительно оси рам

Автор исходит от упрощенного метода расчета полигональных симметричных пространственных рам башенного типа, предложенного инж. Анастасеску и инж. Мунтяну в статье, опубликованной в номер 3/1963 нашего журнала, и заключающегося в введении приблизительных значений, которые позволяют при расчете расчленять пространственную раму в ряд плоских рам.

Автор настоящей статьи пополняет указанный метод и дает таблицы, содержащие полностью исчисленные значения коэффициентов распределения моментов пространственной рамы на плоские составляющие рамы.

Таблицы составлены в зависимости от количества этажей (1—5) и от количества сторон регулярного полигона (3 ... 12) составляющего контур пространственной рамы.

М. ГЫРЛЕШТЯНУ: Метод упрощения разработки трудовых нормативов: Вычерчивание нормативной кривой, используя для этого линейную регрессивную функцию

В статье представлены сравнительно два способа математической обработки первичных данных, касающихся начертания нормативной кривой, используемой при разработке рабочих параметров.

Способ регрессивной линейной функции при определенном выборе осей координат упрощает — по сравнению с графическо-аналитическим методом — математическую обработку первичных данных.

Начертание нормативной кривой позволяет также определять значения вне хронометрирования и кратковременных наблюдений, укорачивая таким образом время, необходимое разработке трудовых нормативов.

Возможность исчисления коэффициента корреляции показывает увязку, которая существует между переменными.

Л. СТЕСКУ: О расчёте частот и видов собственных колебаний зданий и сооружений

Автор представляет программу (разработанную для ЭВМ — ,,Программа 101''), которая основываясь на методе Гольцера, выраженным переходной матрицей, определяет частоту и амплитуду собственных колебаний упругой системы с ,,*н*'' — степенями свободы, в рамках толькоодной карточки.

И. РАППАПОРТ, ШТ. ВИНТИЛЭ: Разгрузка под переменным давлением закрытых резервуаров

В статье описан общий метод расчета достигаемых расходов при разгрузке закрытых резервуаров, находящихся под переменным давлением.

Обобщенная описанная проблема может получить индивидуальный характер при различных случаях, встречаемых как при подаче холодной (гидрофоры и т.п.)- и горячей воды (закрытые расширительные баки), так и при разгрузке емкостей, находящихся под переменным давлением и содержащих различные жидкости (горючее и т.п.) промышленных проводок.

Заключительные формулы приведены к виду, позволяющему их непосредственное применение в практике проектирования соответствующих проводок.

Acad. prof. **ŞTEFAN BĂLAN** şi conf. dr. ing. **VALERIU PETCU**

Aplicarea metodei densităţilor mecanice la dimensionarea în domeniul plastic a cadrelor de oţel cu forţe axiale neglijabile

1. INTRODUCERE

Într-o lucrare anterioară [1] s-a prezentat *conceptul densităţii mecanice* ca element fundamental al procesului de proiectare a structurilor static nedeterminate calculate în domeniul plastic. Acest concept permite exprimarea gradului de siguranţă pe care îl prezintă o secţiune critică oarecare i în raport cu stadiul de atingere sau de epuizare a capacităţii ei de rezistenţă, sub forma

$$\delta_i = \frac{M_{pi}}{M_{ni}} \qquad (1)$$

în care:

δ_i este densitatea mecanică a secţiunii critice i;

M_{pi} — momentul plastic al secţiunii critice i;

M_{ni} — momentul nominal al secţiunii critice i

Momentul plastic M_{pi} este egal cu valoarea absolută a momentului încovoietor corespunzător plastificării complete a secţiunii critice i. Spre deosebire de acesta, *momentul nominal* M_{ni} este egal cu valoarea absolută maximă a momentului elastic produs în secţiunea critică i de încărcările nominale formînd cea mai defavorabilă schemă de încărcare pentru această secţiune.

Valorile *încărcărilor nominale* sînt cele date în prescripţiile oficiale referitoare la încărcări, ele fiind utilizate în calcul pentru caracterizarea stadiului de exploatare a structurilor.

Modul de utilizare a conceptului densităţii mecanice în procesul de proiectare a grinzilor static nedeterminate de oţel a fost arătat în lucrarea [2]. În cadrul preocupărilor consacrate evidenţierii aspectelor practice ale aplicării acestui concept la calculul în domeniul plastic al structurilor static nedeterminate de diferite forme şi alcătuiri, în prezenta lucrare se arată efectul pe care utilizarea conceptului densităţii mecanice îl are asupra mărimii momentelor plastice din secţiunile critice ale cadrelor de oţel cu forţe axiale neglijabile. (În calculul de rezistenţă al cadrelor, forţele axiale pot fi neglijate atunci cînd valorile lor provenite din încărcările de calcul sînt mai mici decît 15% din forţele care ar produce plastificarea secţiunilor critice respective la compresiune centrică [4], [5]). Pentru aceasta se prezintă, în prealabil, sistemele actuale de realizare a siguranţei la cedare a structurilor de oţel, precum şi esenţa metodei de calcul ce rezultă din luarea în considerare a conceptului densităţii mecanice la determinarea valorilor momentelor plastice, denumită *metoda densităţilor mecanice*. Evaluarea rezultatelor obţinute prin aplicarea acestei metode se face în raport cu rezultatele furnizate atît de metodele teoriei plastice simple, cît şi de metoda rezistenţelor admisibile, ultima dintre acestea fiind aplicată în mod oficial în ţara noastră [7].

2. SISTEME DE REALIZARE A SIGURANŢEI LA CEDARE A STRUCTURILOR DE OŢEL

În prezent se utilizează în calcul două sisteme principale de realizare a siguranţei elementelor de construcţie şi a structurilor de oţel în ansamblu, în raport cu stadiul lor de cedare, şi anume *sistemul de calcul bazat pe un coeficient de siguranţă unic* şi respectiv *sistemul de calcul bazat pe coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi*.

În cadrul sistemului de calcul bazat pe un coeficient de siguranţă unic, oţelul se introduce

în calcul cu *limita de curgere nominală*, a cărei valoare este standardizată [3], iar încărcările nominale se înmulțesc, în cadrul fiecărei combinații de încărcări, cu un coeficient unic de supraîncărcare, notat cu k, obținîndu-se în acest mod *încărcările de calcul*. Coeficientul unic de supraîncărcare menționat mai sus poartă denumirea de *factor de încărcare* [4] [5].

Pentru structurile static nedeterminate de oțel, valoarea factorului de încărcare se ia egală cu cea a raportului dintre încărcarea de cedare și încărcarea nominală ale grinzii de oțel simplu rezemate la ambele capete, dimensionate prin metoda rezistențelor admisibile [4], [5]. Acest raport este, la rîndul lui, egal cu raportul dintre momentul plastic M_p și momentul nominal M_n ale secțiunii celei mai solicitate a grinzii. În această situație, expresia factorului de încărcare este

$$k = \frac{M_p}{M_n} \tag{2}$$

Momentul plastic este dat de relația

$$M_p = W_p \ \sigma_c^n \tag{3}$$

în care W_p este modulul de rezistență plastic al secțiunii grinzii, iar σ_c^n este valoarea nominală a limitei de curgere a oțelului.

La dimensionarea grinzii prin metoda rezistențelor admisibile, momentul nominal se egalează cu momentul încovoietor în secțiunea cea mai solicitată, corespunzător atingerii rezistenței admisibile în punctul cel mai solicitat al secțuinii, adică

$$M_n = W_e \sigma_a \tag{4}$$

unde W_e este modulul de rezistență elastic al secțiunii grinzii, iar σ_a este rezistența admisibilă la încovoiere a oțelului.

Raportul

$$f = \frac{W_p}{W_e} \tag{5}$$

poartă denumirea de *coeficient de formă*. Valoarea lui medie, în cazul profilelor laminate I și U, este egală cu 1,17 [6], aceasta fiind situată peste media valorilor coeficienților de formă ai secțiunilor elementelor de oțel cu inimă plină, alcătuite prin sudură sau nituire.

Conform standardelor 500/2—68 și 763—71 [3], [7], valoarea nominală a limitei de curgere a oțelului OL 37 este $\sigma_c^n = 2400$ kgf/cm², iar rezistența admisibilă la încovoiere are valoarea $\sigma_a^I = 1600$ kgf/cm² pentru combinațiile formate de încărcările fundamentale (ipoteza de încărcare I) și respectiv valoarea $\sigma_a^{II} = 1800$ kgf/cm² pentru combinațiile formate de încărcările fundamentale și accidentale (ipoteza de încărcare II).

Cu precizările de mai sus, expresia (2) duce la următoarele valori ale factorului de încărcare :

— pentru ipoteza de încărcare I,

$$k = 1{,}17 \frac{2400}{1600} = 1{,}75 \tag{6}$$

— pentru ipoteza de încărcare II,

$$k = 1{,}17 \frac{2400}{1800} = 1{,}55. \tag{7}$$

În cadrul sistemului de calcul bazat pe coeficienți de siguranță diferențiați, oțelul se introduce în calcul cu *limita de curgere de calcul*, obținută prin înmulțirea limitei de curgere nominale cu *coeficientul de omogenitate* al oțelului, iar încărcările nominale se înmulțesc cu *coeficienți de supraîncărcare diferențiați* [8], [9].

Din normativele [9] și [10] rezultă că limita de curgere de calcul a oțelului OL 37 este $\sigma_c = 2100$ kgf/cm², iar coeficienții de supraîncărcare au valori cuprinse între 1,1 și 1,4.

3. METODA DENSITĂȚILOR MECANICE

Conceptul densității mecanice a dus la elaborarea unei metode noi de proiectare în domeniul plastic a structurilor static nedeterminate, denumită *metoda densităților mecanice* [1], [2].

Operațiile pe care le implică aplicarea acestei metode constau în :

— determinarea momentelor plastice în secțiunile critice ale structurii în ipoteza formării unuia sau simultan a mai multor mecanisme de cedare pentru fiecare schemă de încărcare cuprinzînd încărcări permanente și temporare de calcul ;

— stabilirea valorilor momentelor nominale în toate secțiunile critice ale structurii ;

— calcularea valorilor densităților mecanice corespunzătoare tuturor secțiunilor critice ale structurii, folosindu-se în acest scop relația (1) ;

— modificarea valorilor momentelor plastice în secțiunile critice pentru care această operație apare necesară, astfel încît toate densitățile mecanice ale secțiunilor critice (denumite *densități mecanice secționale*) să fie mai mari sau cel puțin egale cu valoarea minimă admisă ;

— dimensionarea elementelor structurii pe baza momentelor plastice rezultate în urma efectuării operației precedente ;

— modificarea dimensiunilor elementelor structurii, dacă este necesar, astfel încît să nu apară fenomene de instabilitate generală sau locală a echilibrului, iar săgețile produse de încărcările nominale și respectiv de încărcările de calcul să nu fie mai mici decît valorile maxime admise.

4. DENSITATEA MECANICĂ MINIMĂ ADMISĂ

Condiția principală a calculului unei structuri în domeniul plastic, efectuat pe baza conceptului densității mecanice, este ca fiecare densitate me-

canică secţională să fie mai mare sau cel puţin egală cu o anumită valoare minimă admisă [1]. În cazul structurilor de oţel, *valoarea minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale se obţine din condiţia ca întregul material al structurilor să se comporte elastic sub acţiunea încărcărilor nominale formînd toate schemele posibile de încărcare* [1]. Această condiţie este îndeplinită atunci cînd efortul unitar maxim produs de momentul nominal în fiecare secţiune critică este mai mic sau cel mult egal cu limita de curgere de calcul în ipoteza de încărcare I şi respectiv cu limita de curgere nominală în ipoteza de încărcare II. Această diferenţiere apare ca urmare a probabilităţii mai scăzute ca, în cadrul ipotezei de încărcare II, încărcările fundamentale şi accidentale să acţioneze simultan la valorile lor nominale, faţă de probabilitatea mai ridicată ca, în cadrul ipotezei de încărcare I, încărcările fundamentale să acţioneze simultan la valorile lor nominale.

În cadrul sistemului de calcul bazat pe un coeficient de siguranţă unic, condiţia de mai sus duce la următoarele valori minime admise ale densităţilor mecanice, notate cu δ_m:

— pentru ipoteza de încărcare I,

$$\delta_m = f\frac{\sigma_c^n}{\sigma_c} = 1{,}35 \tag{8}$$

— pentru ipoteza de încărcare II,

$$\delta_m = f = 1{,}20. \tag{9}$$

În mod analog, în cadrul sistemului de calcul bazat pe coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi se obţin următoarele valori minime admise ale densităţilor mecanice:

— pentru ipoteza de încărcare I,

$$\delta_m = f = 1{,}20 \tag{10}$$

— pentru ipoteza de încărcare II,

$$\delta_m = f\frac{\sigma_c}{\sigma_c^n} = 1{,}05 \tag{11}$$

În relaţiile (8) ...(11), f este coeficientul de formă a secţiunilor critice, σ_c^n — limita de curgere nominală, iar σ_c — limita de curgere de calcul a oţelului OL 37.

5. DIMENSIONAREA CADRELOR DE OŢEL PRIN TEORIA PLASTICĂ SIMPLĂ

5.1. Determinarea valorilor momentelor plastice

Pentru exemplificarea modului de dimensionare a cadrelor de oţel pe baza momentelor determinate prin aplicarea metodelor de calcul ale teoriei plastice simple a structurilor static nedeterminate, se consideră cadrul cu două deschideri din fig. 1, avînd fiecare bară de secţiune constantă, iar stîlpii încastraţi perfect în fundaţii. Deschiderile cadrului au lungimile $3l$ şi $2l$, iar înălţimile stîlpilor sînt $2l$ şi l, unde l este o lungime de referinţă. Cadrul este solicitat de încărcările verticale $1{,}5G$ şi $1{,}5P$ aplicate concentrat în mijlocul riglei de lungime $3l$, de încărcările verticale G şi P aplicate concentrat în mijlocul deschiderii de lungime $2l$ şi de încărcările orizontale G şi P aplicate la nivelul riglei din prima deschidere a cadrului, formînd împreună schema de încărcare din fig. 1, corespunzătoare ipotezei de încărcare II.

Date de calcul:

— mărimea lungimii de referinţă, $l = 4{,}00$ m;
— valoarea nominală a încărcării permanente de referinţă, $G_n = 2$ tf;
— valoarea nominală a încărcării temporare de referinţă, $P_n = 2$ tf;
— valoarea factorului de încărcare în sistemul coeficientului de siguranţă unic, $k = 1{,}55$ (ipoteza de încărcare II);
— valorile coeficienţilor de supraîncărcare în sistemul coeficienţilor de siguranţă diferenţiaţi: $\lambda_c = 1{,}1$ pentru încărcările permanente şi $\mu_c = 1{,}4$ pentru încărcările temporare;
— valoarea nominală a limitei de curgere a oţelului, $\sigma_c^n = 2400$ kgf/cm²;
— valoarea de calcul a limitei de curgere a oţelului $\sigma_c = 2100$ kgf/cm².

Determinarea momentelor plastice în secţiunile critice ale cadrului, în ipoteza transformării acestuia în mecanism sub acţiunea încărcărilor permanente şi temporare de calcul formînd schema din figura 1, se face prin metoda combinării mecanismelor după cum urmează:

Secţiunile critice în care este posibilă formarea de articulaţii plastice sînt în număr de unsprezece, ele fiind numerotate de la 1 la 11 (fig. 1). Secţiunile critice 2, 4 şi 10 sînt situate pe stîlpi, deoarece momentele plastice ale secţiunilor stîlpilor se iau mai mici decît momentele plastice ale secţiunilor riglelor cu care vin în contact.

Momentul plastic al secţiunilor critice 10 şi 11, notat cu M_p, este utilizat în calcul ca *moment plastic de referinţă*. Momentele plastice ale cadrului pot fi exprimate, de exemplu, în funcţie de momentul plastic de referinţă, după cum urmează:

$$\begin{cases} M_{p1}=M_{p2}=M_{p4}=M_{p5}=M_{p6}=M_{p7}=1{,}5\,M_p \\ M_{p3}=3M_p;\; M_{p8}=M_{p9}=2M_p \end{cases} \tag{12}$$

Numărul mecanismelor elementare (independente) ale unei structuri se calculează cu relaţia

$$m = s - x \tag{13}$$

în care

m este numărul mecanismelor elementare (independente) ale structurii;
s — numărul secţiunii critice ale structurii;
x — gradul de nedeterminare statică al structurii.

La cadrul din figura 1, $s = 11$ şi $x = 6$, astfel încît numărul mecanismelor elementare (independente) ale lui este $m = 11 - 6 = 5$. Aceste mecanisme, numerotate de la I la V, sînt prezentate în figura 2. Dintre acestea, I şi II sînt mecanisme de grindă (fig. 2, *a*) III şi IV sînt mecanisme de etaj (fig. 2, *b*, *c*), iar V este mecanism de nod (fig. 2, *d*). Acest ultim mecanism nu are o existenţă de sine stătătoare, el putînd interveni numai în combinaţii cu celelalte mecanisme elementare ale cadrului, pentru a forma mecanisme complexe.

Din toate combinaţiile practic posibile ale celor cinci mecanisme elementare din figura 2 se obţin şase mecanisme complexe numerotate de la VI la XI, ale căror scheme sînt redate în figura 3.

Se face notaţia

$$Q_c = G_c + P_c \tag{14}$$

în care G_c este valoarea de calcul a încărcării permanente de referinţă, iar P_c — valoarea de calcul a încărcării temporare de referinţă.

Ecuaţiile de lucru mecanic virtual şi valorile momentului plastic de referinţă deduse din acestea, pentru mecanismele elementare şi complexe ale cadrului (mai puţin mecanismul elementar V care nu are o existenţă de sine stătătoare) sînt următoarele:

Mecanismul I (fig. 2, *a*)

$$1{,}5Q_c \cdot 1{,}5l \cdot \theta = 2 \cdot 1{,}5M_p \cdot \theta + 3M_p \cdot 2\,\theta \tag{15}$$

$$M_p = 0{,}250\, Q_c l \tag{16}$$

Mecanismul II (fig. 2, *a*)

$$Q_c \cdot l \cdot \theta = l \cdot \theta = 2 \cdot M_p \cdot \theta + 2M_p \cdot 2\,\theta \tag{17}$$

$$M_p = 0{,}143\, Q_c l \tag{18}$$

Mecanismul III (fig. 2, *b*)

$$Q_c \cdot 2l \cdot \theta = 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot 2\,\theta \tag{19}$$

$$M_p = 0{,}222\, Q_c l \tag{20}$$

Mecanismul IV (fig. 2, *c*)

$$Q_c \cdot 2l \cdot \theta = 4 \cdot 1{,}5M_p \cdot \theta + 2 \cdot M_p \cdot \theta + 2M_p \cdot \theta \tag{21}$$

$$M_p = 0{,}200\, Q_c l \tag{22}$$

Mecanismul VI (fig. 3, *a*)

$$1{,}5\, Q_c \cdot 1{,}5\, l \cdot \theta + Q_c \cdot 2l\theta = 1{,}5M_p \cdot \theta + 3M_p \cdot 2 \cdot \theta$$
$$+ 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot 2\,\theta \tag{23}$$

$$M_p = 0{,}283\, Q_c l \tag{24}$$

Mecanismul VII (fig. 3, *b*)

$$Q_c \cdot 2\, l \cdot \theta + Q_c \cdot l \cdot 2\,\theta = 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot 2\theta +$$
$$+ 2M_p \cdot 4\,\theta + M_p \cdot 2\,\theta \tag{25}$$

$$M_p = 0{,}211\, Q_c l \tag{26}$$

Mecanismul VIII (fig. 3, *c*)

$$Q_c \cdot 2\, l \cdot \theta + 1{,}5\, Q_c \cdot 1{,}5\, l \cdot \theta + Q_c \cdot l \cdot 2\,\theta = 1{,}5\, M_p \cdot \theta +$$
$$+ 3M_p \cdot 2\,\theta + 1{,}5M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5M_p \cdot 2\theta + 2M_p \cdot 4\theta \tag{27}$$

$$M_p = 0{,}250\, Q_c l \tag{28}$$

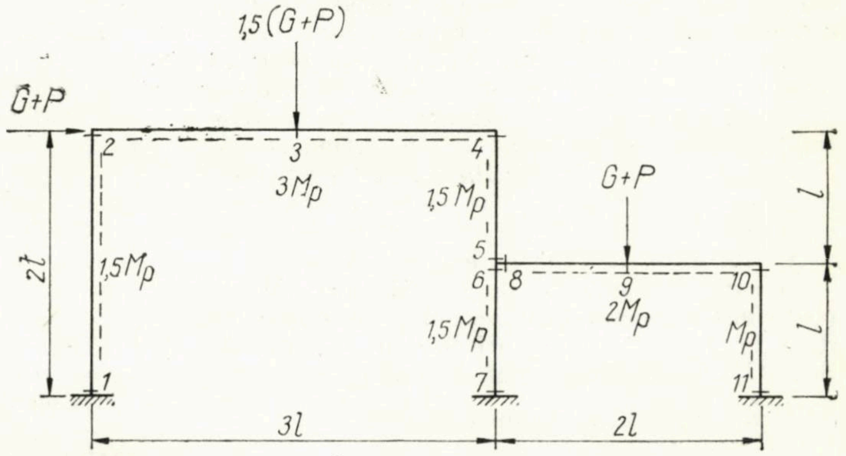


Fig. 1

Mecanismul IX (fig. 3, *d*)

$$Q_c \cdot 2l.\theta + 1{,}5\, Q_c \cdot 1{,}5\, l \cdot \theta = 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 3M_p \cdot 2\theta +$$
$$+ 1{,}5M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5\ \ M_p \cdot \theta + 2\ M_p \cdot \theta + 2 \cdot M_p \cdot \theta \tag{29}$$

$$M_p = 0{,}266\, Q_c l \tag{30}$$

Mecanismul X (fig. 3, *e*)

$$Q_c \cdot 2\, l \cdot \theta + Q_c \cdot l \cdot \theta = 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5M_p \cdot \theta +$$
$$+ 2\, M_p \cdot 2\,\theta + 2 \cdot M_p \cdot \theta \tag{31}$$

$$M_p = 0{,}154\, Q_c l \tag{32}$$

Mecanismul XI (fig. 3, *f*)

$$Q_c \cdot 2l \cdot \theta + 1{,}5\, Q_c \cdot 1{,}5\, l \cdot \theta + Q_c \cdot l \cdot \theta = 1{,}5M_p \cdot \theta +$$
$$+ 3\, M_p \cdot 2\,\theta + 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 2 \cdot 1{,}5\, M_p \cdot \theta + 2M_p \cdot 2\theta +$$
$$+ M_p \cdot \theta + 2 \cdot M_p \cdot \theta \tag{33}$$

$$M_p = 0{,}276\, Q_c l \tag{34}$$

Conform reciprocei teoremei cinematice din teoria plastică simplă a structurilor static nedeterminate, dintre cele zece valori ale momentului plastic de referinţă M_p determinate mai sus se reţine valoarea cea mai mare, dată de relaţia (24), care corespunde mecanismului VI, aceasta fiind valoarea necesară a momentu-

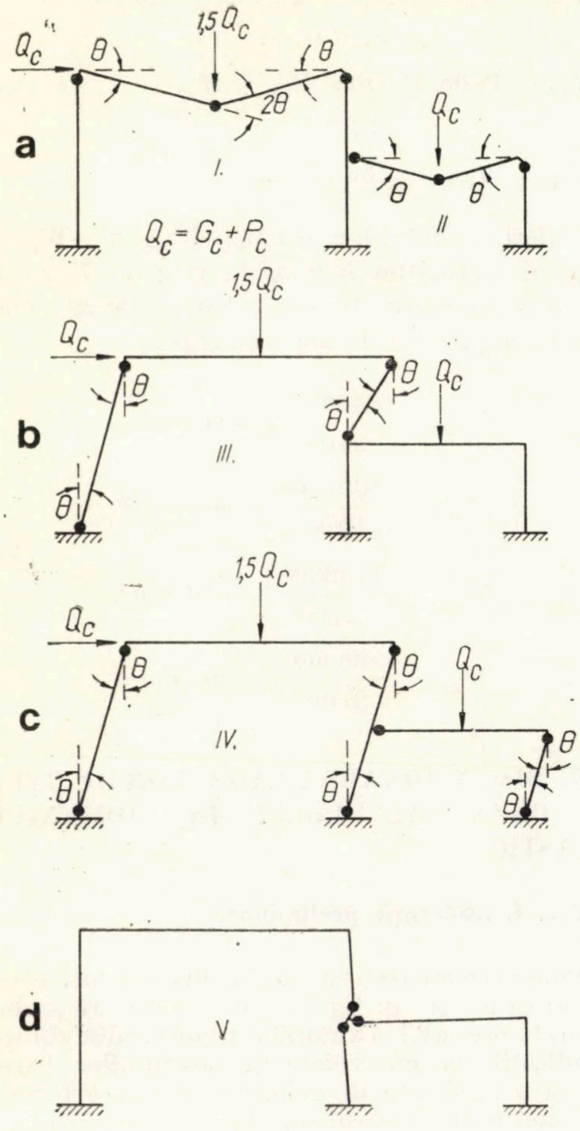


Fig. 2

lui plastic de referință ce rezultă pentru cadrul considerat, în condițiile ipotezelor de calcul ale teoriei plastice simple.

5. 2. Dimensionarea cadrelor prin sistemul de calcul bazat pe un coeficient de siguranță unic

Pentru cadrul din figura 1, valorile de calcul ale încărcărilor permanente și temporare de referință sînt în acest caz :

$$G_c = k \cdot G_n = 1{,}55 \cdot 2 = 3{,}1 \text{ tf.} \qquad (35)$$

și

$$P_c = k \cdot P_n = 1{,}55 \cdot 2 = 3{,}1 \text{ tf.} \qquad (36)$$

Suma acestor încărcări este

$$Q_c = G_c + P_c = 6{,}2 \text{ tf} \qquad (37)$$

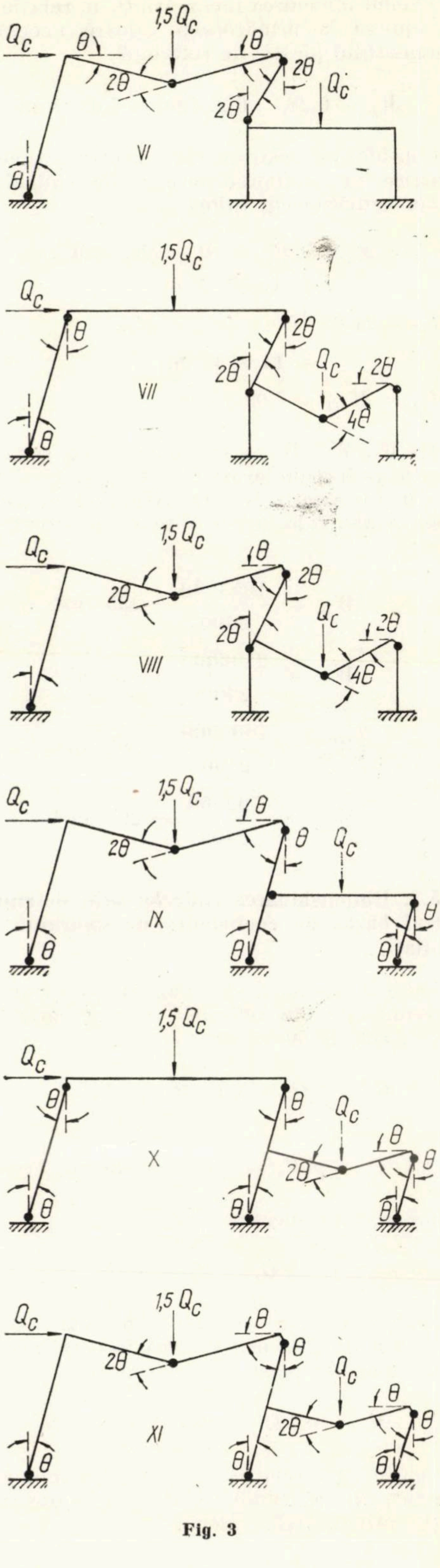


Fig. 3

Făcînd înlocuirea încărcării Q_c în relația (24), se ajunge la următoarea valoare necesară a momentului plastic de referință

$$M_p = 0{,}283 \cdot 6{,}2 . 4{,}00 = 7{,}02 \text{ tf. m} \quad (38)$$

Considerînd relațiile (12), pentru momentele plastice în secțiunile critice ale cadrului se obțin următoarele valori

$$\begin{cases} M_{p1} = M_{p2} = M_{p4} = M_{p5} = M_{p6} = M_{p7} = \\ \quad = 10{,}53 \text{ tf. m} \\ M_{p3} = 21{,}06 \text{ tf.m} ; M_{p8} = M_{p9} = \\ \quad = 14{,}04 \text{ tf. m} \\ M_{p10} = M_{p11} = 7{,}02 \text{ tf. m} \end{cases} \quad (39)$$

Fie W_{pa} W_{pb}, W_{pc} și W_{pd} modulii de rezistență plastici ai secțiunilor barelor 1—2 și 4—7, 2—4, 8—10 și respectiv 10—11. Neglijînd efectul forțelor axiale, valorile necesare ale acestor moduli sînt :

$$\begin{cases} W_{pa} = \dfrac{1053000}{2400} = 439 \text{ cm}^3 \\ W_{pb} = \dfrac{2106000}{2400} = 878 \text{ cm}^3 \\ W_{pc} = \dfrac{1404000}{2400} = 585 \text{ cm}^3 \\ W_{pd} = \dfrac{702000}{2400} = 293 \text{ cm}^3 \end{cases} \quad (40)$$

5.3. Dimensionarea cadrelor prin sistemul de calcul bazat pe coeficienți de siguranță diferențiați

Valorile de calcul ale încărcărilor permanente și temporare de referință pentru cadrul din fig. 1, sînt în acest caz :

$$G_c = \lambda_c G_n = 1{,}1 \cdot 2 = 2{,}2 \text{ tf.} \quad (41)$$

și

$$P_c = \mu_c P_n = 1{,}4 \cdot 2 = 2{,}8 \text{ tf.} \quad (42)$$

Suma acestor încărcări este

$$Q_c = G_c + P_c = 5 \text{ tf.} \quad (43)$$

Pentru această valoare a încărcării Q_c, relația (24) duce la următoarea valoare necesară a momentului plastic de referință

$$M_p = 0{,}283 \cdot 5 \cdot 4{,}00 = 5{,}66 \text{ tf. m} \quad (44)$$

Considerînd relațiile (12), pentru momentele plastice în secțiunile critice ale cadrului se obțin următoarele valori :

$$\begin{cases} M_{p1} = M_{p2} = M_{p4} = M_{p5} = M_{p6} = M_{p7} = \\ \quad = 8{,}49 \text{ tf. m} \\ M_{p3} = 16{,}98 \text{ tf. m} ; M_{p8} = M_{p9} = \\ \quad = 11{,}32 \text{ tf. m} \\ M_{p10} = M_{p11} = 5{,}66 \text{ tf} \cdot \text{m} \end{cases} \quad (45)$$

Valorile modulilor plastici W_{pa}, W_{pb} W_{pc} și W_{pd} ai secțiunilor barelor 1—2 și 4—7, 2—4, 8—10 și respectiv 10—11, corespunzătoare momentelor plastice de mai sus, sînt :

$$\begin{cases} W_{pa} = \dfrac{849000}{2100} = 404 \text{ cm}^3 \\ W_{pb} = \dfrac{1698000}{2100} = 808 \text{ cm}^3 \\ W_{pc} = \dfrac{1132000}{2100} = 540 \text{ cm}^3 \\ W_{pd} = \dfrac{566000}{2100} = 270 \text{ cm}^3. \end{cases} \quad (46)$$

6. DIMENSIONAREA CADRELOR DE OȚEL PE BAZA CALCULULUI ÎN DOMENIUL ELASTIC

6.1. Considerații preliminare

Pentru efectuarea calculului în domeniul elastic al cadrului din figura 1 este necesară stabilirea, în prealabil, a valorilor raporturilor dintre rigiditățile la încovoiere ale secțiunilor barelor și o rigiditate de referință aleasă arbitrar. Întrucît pentru cadrul considerat s-au exprimat, prin relațiile (12), momentele plastice ale secțiunilor lui critice în funcție de un moment plastic de referință, valorile raporturilor dintre rigiditățile la încovoiere ale secțiunilor barelor sînt date de relația care poate fi stabilită între aceste raporturi și raporturile momentelor plastice ale secțiunilor respective.

Considerînd că barele cadrului au secțiunile în formă de I, între raporturile rigidităților la încovoiere a două secțiuni oarecare u și v și momentele plastice ale acestora poate fi admisă egalitatea [11] :

$$\frac{EI_u}{EI_v} = \left(\frac{M_{pu}}{M_{pv}}\right)^{1{,}385} \quad (47)$$

în care :

E este modulul de elasticitate al oțelului ;

I_u, M_{pu} — momentul de inerție și momentul plastic ale secțiunii u ;

I_v, M_{pv} — momentul de inerție și momentul plastic ale secțiunii v.

Fie I_{j-k} momentul de inerţie al secţiunilor unei bare a cadrului din figura 1 avînd la capete secţiunile critice j şi k şi $I = I_{10-11}$ momentul de inerţie de referinţă, luat egal cu momentul de inerţie al secţiunilor stîlpului 10—11 al cadrului.

Considerînd relaţiile (12) şi folosind relaţia (47), pentru raporturile $\frac{I_{j-k}}{I}$ corespunzătoare barelor cadrului se obţin următoarele valori :

$$\frac{I_{1-2}}{I} = \frac{I_{4-7}}{I} = 1{,}75\,;\ \frac{I_{2-4}}{I} = 4{,}49\,;$$

$$\frac{I_{8-10}}{I} = 2{,}61. \tag{48}$$

6.2. Valorile momentelor nominale

Calculul cadrului în domeniul elastic a dus la următoarele valori ale momentelor nominale corespunzătoare secţiunilor critice 1 . . . 11 :

$$\begin{cases} M_{n1} = 2{,}80 \text{ tf. m}\,;\ M_{n2} = 0{,}22 \text{ tf. m}\,; \\ M_{n3} = 12{,}35 \text{ tf. m}\,;\ M_{n4} = 11{,}09 \text{ tf. m}\,; \\ M_{n5} = 3{,}63 \text{ tf. m}\,;\ M_{n6} = 1{,}10 \text{ tf. m}\,; \\ M_{n7} = 4{,}59 \text{ tf. m}\,;\ M_{n8} = 2{,}53 \text{ tf. m}\,; \\ M_{n9} = 6{,}99 \text{ tf. m}\,;\ M_{n10} = 4{,}53 \text{ tf. m}\,; \\ M_{n11} = 6{,}74 \text{ tf. m.} \end{cases} \tag{49}$$

6.3. Dimensionarea cadrelor prin metoda rezistenţelor admisibile

În prezent, în ţara noastră, dimensionarea structurilor de oţel se face exclusiv prin metoda rezistenţelor admisibile [7]. Conform acestei metode, modulul de rezistenţă elastic necesar al unei secţiuni critice i incovoiate simplu este dat de relaţia :

$$W_{ei} = \frac{M_{ni}}{\sigma_a}, \tag{50}$$

în care σ_a este rezistenţa admisibilă a oţelului la încovoiere care, pentru ipoteza de încărcare II, este egală cu 1800 kgf/cm² [7].

Considerînd relaţiile (48), precum şi valorile momentelor nominale date de relaţiile (49), rezultă că secţiunea cea mai solicitată, care dimensionează cadrul din figura 1, este secţiunea critică 4.

Neglijînd efectul forţei axiale, modulul de rezistenţă elastic necesar pentru această secţiune, calculat cu relaţia (50), este

$$W_{e4} = \frac{1\,109\,000}{1\,800} = 616 \text{ cm}^3. \tag{51}$$

Pentru o valoare medie a coeficientului de formă al secţiunilor I egală cu 1,17, modulul plastic necesar al secţiunii critice 4 se obţine cu valoarea

$$W_{p4} = 1{,}17\ W_{e4} = 721 \text{ cm}^3 \tag{52}$$

Făcînd apel la relaţiile (12), pentru modulii de rezistenţă plastici ai barelor cadrului se obţin următoarele valori

$$\begin{cases} W_{pa} = 721 \text{ cm}^3\,;\ W_{pb} = 1442 \text{ cm}^3 \\ W_{pc} = 961 \text{ cm}^3\,;\ W_{pd} = 481 \text{ cm}^3 \end{cases} \tag{53}$$

7. DIMENSIONAREA CADRELOR DE OŢEL PRIN METODA DENSITĂŢILOR MECANICE

7.1. Sistemul de calcul bazat pe un coeficient de siguranţă unic

Pentru cadrul din figura 1, momentele plastice ale secţiunilor critice sînt, în acest caz, cele date de relaţiile (39), iar momentele nominale au valorile date de relaţiile (49).

Densităţile mecanice, corespunzătoare secţiunilor critice ale cadrului, calculate cu relaţia (1), se obţin cu următoarele valori :

$$\begin{cases} \delta_1 = 3{,}76\,;\ \delta_2 = 47{,}9\,;\ \delta_3 = 1{,}71\,; \\ \delta_4 = 0{,}95\,;\ \delta_5 = 2{,}90\,;\ \delta_6 = 9{,}58\,; \\ \delta_7 = 2{,}30\,;\ \delta_8 = 5{,}55\,;\ \delta_9 = 2{,}01\,; \\ \delta_{10} = 1{,}55\,;\ \delta_{11} = 1{,}04 \end{cases} \tag{54}$$

Încărcările care solicită cadrul înscriindu-se în ipoteza de încărcare II, valoarea minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale este, în acest caz, cea dată de relaţia (9), adică $\delta_m = 1{,}20$.

Relaţiile (54) arată că densităţile mecanice δ_4 şi δ_{11}, corespunzătoare secţiunilor critice 4 şi 11, sînt mai mici decît valoarea minimă admisă, densitatea mecanică δ_4 fiind mai mică decît densitatea mecanică δ_{11}.

Pentru îndeplinirea condiţiei ca toate densităţile mecanice secţionale să fie mai mari sau cel puţin egale cu valoarea minimă admisă este deci necesar ca momentele plastice date de relaţiile (39) să fie înmulţite cu raportul :

$$\frac{\delta_m}{\delta_4} = \frac{1{,}20}{0{,}95} = 1{,}\,26. \tag{55}$$

Noile momente plastice necesare obţinute în acest mod au următoarele valori :

$$\begin{cases} M_{p1} = M_{p2} = M_{p4} = M_{p5} = M_{p6} = M_{p7} = \\ \quad = 13{,}29 \text{ tf. m} \\ M_{p3} = 26{,}54 \text{ tf.m}\,;\ M_{p8} = M_{p9} = 17{,}72 \text{ tf. m} \\ M_{p10} = M_{p11} = 8{,}86 \text{ tf. m.} \end{cases} \tag{56}$$

Noile valori ale densităţilor mecanice secţionale, calculate cu momentele M_{ni} şi M_{pi} date de relaţiile (49) şi (56), sînt

$$\begin{cases} \delta_1 = 7{,}74; & \delta_2 = 60{,}4; & \delta_3 = 2{,}15; \\ \delta_4 = 1{,}20; & \delta_5 = 3{,}66; & \delta_6 = 12{,}1; \\ \delta_7 = 2{,}90; & \delta_8 = 6{,}99; & \delta_9 = 2{,}53; \\ & \delta_{10} = 1{,}51; & \delta_{11} = 1{,}31 \end{cases} \quad (57)$$

Momentelor plastice date de relaţiile (56) le corespund următorii moduli de rezistenţă plastici necesari:

$$\begin{cases} W_{pa} = 553 \text{ cm}^3; & W_{pb} = 1106 \text{ cm}^3 \\ W_{pc} = 737 \text{ cm}^3; & W_{pd} = 369 \text{ cm}^3. \end{cases} \quad (58)$$

7.2. **Sistemul de calcul bazat pe coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi**

Momentele plastice necesare sînt în acest caz cele date de relaţiile (45), iar momentele nominale au valorile date de relaţiile (49). În această situaţie, densităţile mecanice secţionale ale cadrului se prezintă după cum urmează:

$$\begin{cases} \delta_1 = 3{,}03; & \delta_2 = 38{,}5; & \delta_3 = 1{,}38; \\ \delta_4 = 0{,}76; & \delta_5 = 2{,}34; & \delta_6 = 7{,}71; \\ \delta_7 = 1{,}85; & \delta_8 = 4{,}48; & \delta_9 = 1{,}62; \\ & \delta_{10} = 1{,}25; & \delta_{11} = 0{,}84. \end{cases} \quad (59)$$

În sistemul de calcul bazat pe coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi, valoarea minimă admisă a densităţilor mecanice secţionale, corespunzătoare ipotezei de încărcare II, este cea dată de relaţia (11), adică $\delta_m = 1{,}05$.

Relaţiile (57) arată că densităţile mecanice δ_4 şi δ_{11} sînt mai mici decît valoarea minimă admisă, densitatea mecanică δ_4 fiind mai mică decît densitatea mecanică δ_{11}.

Pentru îndeplinirea condiţiei ca toate densităţile mecanice secţionale să fie mai mari sau cel puţin egale cu valoarea minimă admisă este deci necesar ca momentele plastice date de relaţiile (45) să fie înmulţite cu raportul

$$\frac{\delta_m}{\delta_4} = \frac{1{,}05}{0{,}76} = 1{,}38. \quad (60)$$

Noile momente plastice necesare obţinute în acest mod sînt următoarele

$$\begin{cases} M_{p1} = M_{p2} = M_{p4} = M_{p5} = M_{p6} = M_{p7} = \\ \quad = 11{,}73 \text{ tf. m} \\ M_{p3} = 23{,}46 \text{ tf. m}; M_{p8} = M_{p9} = 15{,}64 \text{ tf.m} \\ M_{p10} = M_{p11} = 7{,}82 \text{ tf. m.} \end{cases} \quad (61)$$

Noile valori ale densităţilor mecanice secţionale calculate cu momentele M_{ni} şi M_{pi} date de relaţiile (49) şi (61) sînt

$$\begin{cases} \delta_1 = 4{,}18; & \delta_2 = 53{,}2; & \delta_3 = 1{,}89; \\ \delta_4 = 1{,}05; & \delta_5 = 3{,}22 & \delta_6 = 10{,}6; \\ \delta_7 = 2{,}55; & \delta_8 = 6{,}19; & \delta_9 = 2{,}24; \\ & \delta_{10} = 1{,}73; & \delta_{11} = 1{,}16. \end{cases} \quad (62)$$

Momentelor plastice date de relaţiile (61) le corespund următorii moduli de rezistenţă plastici necesari:

$$\begin{cases} W_{pa} = 557 \text{ cm}^3; & W_{pb} = 1115 \text{ cm}^3; \\ W_{pc} = 745 \text{ cm}^3; & W_{pd} = 372 \text{ cm}^3. \end{cases} \quad (63)$$

8. EVALUAREA REZULTATELOR DIMENSIONĂRII CADRELOR DE OŢEL PRIN METODA DENSITĂŢILOR MECANICE

În lucrare s-au prezentat trei moduri de dimensionare a cadrelor de oţel la care efectul forţelor axiale este neglijabil, şi anume: pe baza momentelor plastice furnizate de teoria plastică simplă, prin metoda rezistenţelor admisibile şi prin metoda densităţilor mecanice. Dintre acestea, dimensionarea efectuată pe baza momentelor plastice obţinute prin aplicarea uneia din metodele de calcul ale teoriei plastice simple apare, teoretic, ca fiind cea mai economică, deoarece ea valorifică integral întreaga capacitate de rezistenţă a cadrelor. Astfel, pentru cadrul de oţel dat ca exemplu în lucrare, dimensionarea prin teoria plastică simplă a condus la moduli de rezistenţă plastici necesari cu 39% mai mici decît cei rezultaţi din dimensionarea cadrului prin metoda rezistenţelor admisibile, în cazul sistemului de calcul bazat pe un coeficient de siguranţă unic, şi respectiv cu 44% în cazul sistemului de calcul bazat pe coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi. Aceste reduceri atît de mari ale valorilor modulilor de rezistenţă plastici nu sînt însă realizabile din punct de vedere practic. Într-adevăr, lăsînd de o parte verificările referitoare la stabilitatea echilibrului în toate stadiile de solicitare, care formează o problemă ce se tratează întotdeauna separat, imposibilitatea utilizării, în marea majoritate a cazurilor, a întregii capacităţi de rezistenţă a cadrelor, pusă în evidenţă de teoria plastică simplă, are două cauze principale. Astfel, dimensionarea cadrelor de oţel prin teoria plastică simplă duce, de regulă, la mărimi ale săgeţilor în stadiul de exploatare de natură să împiedice exploatarea normală a construcţiilor respective sau să provoace degradarea elementelor neportante ale acestora. În acelaşi timp, funcţionarea normală a îmbinărilor cadrelor şi durabilitatea lor în timp reclamă, între altele, ca în stadiul de exploatare să nu se producă mari deformaţii plastice la nivelul acestor îmbinări. Verificările ce trebuie întotdeauna făcute pentru înlăturarea efectelor defavorabile ale săgeţilor excesive şi ale deformaţiilor plastice în stadiul de exploatare duc aproape întotdeauna la mărirea, de multe ori sensibilă, a modulilor de rezistenţă plastici ai secţiunilor critice în raport cu valorile acestor moduli rezultate din aplicarea metodelor de calcul ale teoriei plastice simple.

În legătură cu cele de mai sus, o condiţie fundamentală a calculului în domeniul plastic al structurilor de orice tip, care, datorită importanţei ei, poate fi privită ca un postulat al acestui calcul, este ca întregul material al

structurilor dimensionate pe baza solicitărilor calculate în domeniul plastic să se comporte elastic în stadiul de exploatare. De regulă. această condiţie asigură în mod implicit, cel puţin pentru cazurile curente, mărimi ale săgeţilor în concordanţă cu cerinţele exploatării normale a structurilor respective şi cu buna funcţionare şi durabilitatea în timp a îmbinărilor, eliminînd totodată pericolul degradării elementelor neportante în stadiul de exploatare, ca urmare a absenţei deformaţiilor plastice locale sau de ansamblu ale structurilor.

Instrumentul adecvat pentru îndeplinirea condiţiei privind comportarea elastică, în stadiul de exploatare, a materialului structurilor calculate în domeniul plastic, este furnizat de conceptul densităţii mecanice. Într-adevăr, pe lîngă alte proprietăţi pe care le prezintă densităţile mecanice secţionale, acestea fac posibil ca, printr-o metodă de dimensionare riguroasă (metoda densităţilor mecanice) să se controleze dimensionarea elementelor structurilor calculate în domeniul plastic astfel încît secţiunile critice ale acestora să prezinte, fiecare în parte sau toate laolaltă, gradul de siguranţă dorit, atît în raport cu atingerea limitei de curgere în punctul cel mai solicitat al acestor secţiuni (care marchează apariţia deformaţiilor plastice în materialul structurii), cît şi în raport cu atingerea capacităţii lor de rezistenţă.

În esenţă, conceptul densităţii mecanice şi metoda de calcul derivată din acesta fac ca, prin intermediul unor numere asociate secţiunilor critice, care sînt densităţile mecanice ale acestora, să fie cuprinse într-un singur tot două condiţii fundamentale ale proiectării structurilor, şi anume : condiţia de rezistenţă, care reclamă ca structurile să fie capabile de a suporta încărcările de calcul ce le revin, dar care nu poate asigura implicit comportarea normală a structurilor în stadiul de exploatare, şi respectiv condiţia de elasticitate, conform căreia întregul material al structurilor dimensionate pe baza solicitărilor calculate în domeniul plastic trebuie să se comporte elastic în stadiul de exploatare, ea neputînd asigura însă singură, în mod implicit, capacitatea structurilor de a rezista la acţiunea încărcărilor de calcul. Din aceste motive, metoda densităţilor mecanice apare ca un instrument complex de proiectare, care reflectă, de o manieră simplă şi concisă, cerinţele fundamentale specifice principalelor stadii de solicitare care apar în comportarea structurilor.

Deşi poziţia metodei densităţilor mecanice în raport cu celelalte metode de dimensionare a mai fost precizată şi în cadrul altor lucrări [1], [2], totuşi s-a considerat necesară reluarea ei într-o formă mai dezvoltată, pentru a se pune în evidenţă, cu toată claritatea, gradul de încredere care trebuie acordat rezultatelor furnizate de această metodă. Autorii consideră că procesul atît de lent al introducerii calculului în domeniul plastic la proiectarea structurilor static nedeterminate se datoreşte, în principal, lipsei de pînă acum a unui concept de exprimare a gradului de siguranţă pe care îl prezintă secţiunile critice ale structurilor şi structurile în ansamblu, în stadiile lor caracteristice de solicitare, menit să facă legătura între calculul în domeniul elastic şi calculul în domeniul plastic. Studiile efectuate pînă acum au dovedit că acest rol îi revine *conceptului densităţii mecanice* [1].

Pentru situarea rezultatelor ce se obţin prin aplicarea metodei densităţilor mecanice în raport cu cele furnizate de teoria plastică simplă şi de calculul în domeniul elastic, cititorul este rugat să urmărească diagrama trasată în figura 2 a lucrării [2], a cărei valabilitate este generală.

În particular, aplicarea metodei densităţilor mecanice la dimensionarea cadrului considerat în exemplul de calcul al acestei lucrări a condus la moduli de rezistenţă plastici necesari *cu 23% mai mici* decît valorile rezultate din dimensionarea cadrului prin metoda rezistenţelor admisibile, atît pentru sistemul de calcul bazat pe un coeficient de siguranţă unic, cît şi pentru sistemul de calcul bazat pe coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi.

Se menţionează totodată că exemplul de calcul prezentat în lucrare are un caracter pur ilustrativ, fapt pentru care s-a considerat, pentru simplitatea expunerii, numai o singură schemă de încărcare. De asemenea, nu a fost tratat efectul forţelor axiale mari şi nu au fost făcute verificările privind stabilitatea echiilbrului şi mărimea săgeţilor, acestea urmînd a face obiectul unor lucrări viitoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] BĂLAN, ŞT., PETCU, V. : *Un concept nou de exprimare a gradului de siguranţă în calculul structurilor elasto-plastice.* Studii şi cercetări de mecanică aplicată, nr. 4,5, 1970.

[2] BĂLAN, ŞT., PETCU, V. : *Calculul grinzilor static nedeterminate de oţel în domeniul plastic pe baza conceptului densităţii mecanice.* „Construcţii" nr. 7, 1971.

[3] * * * STAS 500/2—68. *Oţeluri de uz general pentru construcţii. Mărci.*

[4] BAKER, J. F., HORNE, M. R., HEYMAN J. : *The steel skeleton,* Vol. II : *Plastic behaviour and design.* Cambridge University Press, Cambridge, 1956.

[5] * * * *Commentary on plastic design in steel. General provisions and experimental verifications.* Journal of the Engineering Mechanics Division, Proceedings ASCE, nr. EM3, 1959.

[6] PETCU, V. : *Caracteristicile profilelor laminate I şi U necesare în calculul plastic al structurilor de oţel.* Standardizarea, nr. 5, 1963.

[7] * * * STAS 763—71. *Construcţii civile, industriale şi agricole. Prescripţii pentru proiectarea construcţiilor metalice.*

[8] * * * *Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită.* Vol. I, Partea I : *Bazele metodei de calcul la stări limită* (P. 6—62), Editura tehnică, Bucureşti, 1963.

[9] * * * *Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită.* Vol. I, Partea II : *Încărcări în construcţii civile şi industriale* (P. 7 — 62), Editura tehnică, Bucureşti, 1963.

[10] * * * *Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită.* Vol. II, Partea IV : *Proiectarea construcţiilor metalice civile şi industriale* (P. 11—62) Editura tehnică, Bucureşti, 1963.

[11] * * * STAS 565—63. *Oţel laminat la cald. Oţel I. Dimensiuni şi toleranţe.*

Betoane de mărci superioare turnate în cofraje glisante

Ing. **DAN CHIŢU** ISPE Bucureşti şi ing. **DAN VASILIU** INCERC Filiala Timişoara

Executarea construcţiilor prin metoda cofrajelor glisante cunoaşte o dezvoltare rapidă în ţara noastră. Acest procedeu este în primul rînd indicat la executarea construcţiilor înalte, a căror secţiune în plan este constantă sau cu o variaţie continuă. La aceste lucrări, aplicarea metodei cofrajelor glisante duce la economii importante, în comparaţie cu folosirea cofrajelor fixe, şi la reduceri apreciabile ale duratei de execuţie.

Majoritatea construcţiilor executate prin metoda cofrajelor glisante nu necesită folosirea unor betoane cu o marcă mai mare decît B 200. Există însă unele lucrări, cum sînt : coşurile de fum de mare înălţime sau structurile de susţinere ale unor agregate industriale, în special în domeniul energetic, care sînt supuse unor solicitări importante şi care impun folosirea unor betoane de rezistenţă ridicată (B 300 ... B 400). De asemenea, unele construcţii industriale de acest gen, care lucrează în medii agresive, pretind folosirea unor betoane omogene cu o structură compactă, care nu pot fi realizate în condiţiile tehnologiei obişnuite de turnare şi compactare a betonului în cofrajele glisante. În unele cazuri, la aceste construcţii este necesară folosirea unor agregate speciale, livrate ca produse de concasare, rezistente la acţiunea mediului agresiv sau la temperaturi ridicate.

Folosirea betoanelor de mărci superioare (B 400) turnate în cofraje glişante se pune cu o deosebită acuitate la unele lucrări speciale proiectate de către Institutul de studii şi proiectări energetice Bucureşti (coşuri de fum, structuri de rezistenţă pentru cazane-turn etc.) pentru termocentralele Rovinari şi Brăila. Volumul de beton B 400 care urmează să fie turnat în cofraje glisante la aceste lucrări este de aproximativ 80 000 m³.

Experienţa unor lucrări similare a arătat că folosirea tehnologiei clasice [11] de turnare a betonului în cofraje glisante (raport mare a/c,compactare manuală şi granulozităţi bogate în nisip) nu permite atingerea unei mărci de B 400. Incercările făcute pe această cale au dus la deficienţe importante în execuţia lucrărilor şi la realizarea unor betoane de slabă calitate. De aceea, avînd în vedere volumul mare de beton B 400 care urmează să fie turnat în cofraje glisante, s-a considerat utilă cercetarea diferitelor aspecte şi stabilirea unei tehnologii care să asigure realizarea acestui deziderat.

1. *CONSIDERAŢII ASUPRA COMPACTĂRII PRIN VIBRARE A BETOANELOR TURNATE ÎN COFRAJE GLISANTE*

Se ştie că rezistenţa unui beton este influenţată într-o mare măsură de raportul *a/c*. La un anumit dozaj de ciment, rezistenţa betonului va fi cu atît mai ridicată cu cît cantitatea de apă va fi mai mică. Raportul *a/c* nu poate fi redus decît în anumite limite, astfel încît să se asigure o lucrabilitate corespunzătoare, în funcţie de procedeul de compactare folosit. Dacă raportul *a/c* este prea mic, compactarea nu mai este eficientă. Rezistenţa betonului va fi influenţată defavorabil de structura neomogenă şi de segregările care apar inevitabil în acest caz.

Punerea în operă a unor betoane cu un raport *a/c* mai redus este însă posibilă prin folosirea vibrării. În cazul betoanelor turnate în cofraje glisante, folosirea acestui procedeu este în contrazicere cu opiniile unor constructori. Se susţine, printre altele, că vibrarea provoacă deformarea cofrajului glisant şi influenţează defavorabil structura betonului.

Compactarea prin vibrare a betoanelor turnate în cofraje glisante a fost deja aplicată la anumite lucrări executate în ţară (I.C.M. 4 — Iaşi, şantierul CTE Mintia Deva etc.), cu rezultate foarte bune. Nu s-au semnalat deficienţe de felul celor arătate mai sus [1], [6]. Referitor la vibrarea repetată a betonului [3] prin pătrunderea pervibratorului în straturile inferioare care au fost compactate anterior, cercetările efectuate [2] au arătat că aceasta are o acţiune favorabilă asupra proprietăţilor fizico-mecanice ale betonului.

Vibrarea betonului turnat în cofraje glisante pretinde însă respectarea unor măsuri impuse de specificul de lucru al acestui procedeu de construcţie. Astfel, este necesar ca introducerea pervibratorului să se facă în punctele şi în succesiunea indicată de planurile de compactare, să se evite vibrarea armăturilor, precum şi contactul direct, prelungit, în acelaşi punct, dintre motorul vibratorului şi platforma superioară a cofrajului glisant [4].

Executarea betoanelor de mărci superioare prin metoda cofrajelor glisante impune aşadar, ca o condiţie necesară, compactarea prin vibrare. Aceasta deschide o perspectivă mai largă din punctul de vedere al compoziţiei betonului, care era limitată în cazul compactării manuale. Folosirea agregatelor concasate şi a unor gra-

nulozității speciale poate fi astfel extinsă și la aceste betoane, cu consecințe favorabile asupra rezistenței betonului proaspăt și a vitezei de întărire a acestuia, ceea ce permite mărirea vitezei de avans a cofrajului glisant.

Introducerea acestor condiții noi de lucru necesită cunoașterea modului în care parametrii compoziției betonului și condițiile de compactare influențează frecarea, rezistența betonului proaspăt și întărit și aspectul fețelor văzute ale betonului. Rezolvarea problemelor amintite a necesitat efectuarea unor studii și cercetări în laborator și în condiții apropiate de cele de pe șantier, cercetări care sînt prezentate în cele ce urmează.

2. *OBIECTIVELE CERCETĂRII*

Cercetările au urmărit modul în care componenții betonului și procedeul de compactare pot influența proprietățile betonului proaspăt și întărit, pentru ca :

- frecarea dintre betonul compactat și cofrajul glisant să aibă valori acceptabile, astfel ca ridicarea cofrajului să se efectueze în condiții normale cu ajutorul sistemului de antrenare ;
- rezistența betonului proaspăt, imediat după vibrare, să fie cît mai mare, iar creșterea acesteia să fie rapidă în primele ore de la turnare, asigurînd în felul acesta posibilitatea realizării unei viteze sporite de avans a cofrajului glisant ;
- să se realizeze marca prescrisă a betonului (B 400) ;
- aspectul suprafețelor văzute să fie corespunzător, asigurînd acoperirea în condiții optime a armăturii și integritatea muchiilor elementului turnat.

În cadrul acestor cercetări s-a căutat ca lucrabilitatea betoanelor studiate să permită realizarea compactării prin vibrare în condiții similare celor de pe șantier, atît sub aspectul utilajului de compactare, cît și sub cel al timpului de vibrare.

Cercetările s-au desfășurat în două etape. Prima etapă a avut caracterul unei cercetări de tatonare. S-a studiat un mare număr de betoane, la care cîte unul dintre componenți era variabil. Determinarea frecării dintre beton și cofrajul glisant s-a făcut cu un cofraj de dimensiuni reduse (fig.1). Rezistența betonului proaspăt, imediat după compactare și glisare, s-a determinat pe același element pe care s-a măsurat anterior forța de frecare (fig. 2), reproducînd astfel condițiile reale de lucru ale cofrajului glisant. S-a studiat influența granulozității și a naturii agregatului, a dozajului de ciment, a raportului a/c și a modului de compactare.

Prin cercetările din prima etapă s-au stabilit următoarele :

1. Frecarea dintre betonul compactat și cofrajul glisant este influențată de :

a. Granulozitatea agregatelor. Frecarea prezintă un minim pentru o anumită granulozitate, exprimată prin raportul dintre pietriș și nisip (P/N).

Tabelul 1

Raportul P/N corespunzător frecării minime F_{min}

Dozaj de ciment (kg/m³)	Raportul P/N				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
	Agregate de rîu				
300	—	—	F_{min}	—	—
375	—	—	—	F_{min}	—
	Agregate concasate				
375	—	—	F_{min}	—	—

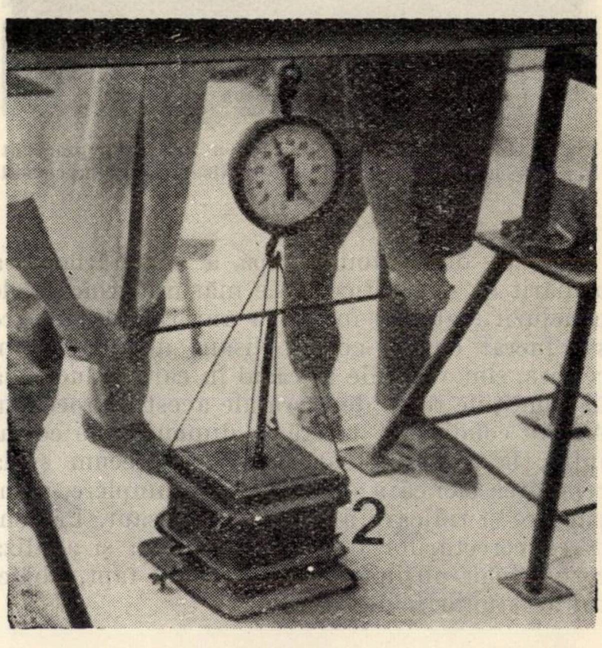


Fig. 1. Determinarea forței de frecare în prima etapă a cercetărilor: *1.* Dinamometru; *2.* Tipar 20 × 20 × 20 cm folosit drept cofraj glisant.

Frecarea nu este influențată de natura agregatelor (de rîu sau concasate) ; în unele cazuri, frecarea betoanelor cu agregate concasate a rezultat chiar mai mică.

b. Raportul a/c. Frecarea scade cu creșterea raportului a/c.

c. Modul de compactare. Frecarea scade cu creșterea duratei de vibrare.

2. Rezistența betonului, imediat după compactare, este influențată de :

a. Natura agregatelor. Rezistența este mai mare la betoanele cu agregate concasate.

b. Dozajul de ciment. La rapoarturi a/c reduse, rezistența crește cu mărimea dozajului de ciment.

c. Raportul a/c. Rezistența crește cu scăderea raportului a/c.

d. Modul de compactare. La rapoarturi a/c reduse, rezistența crește cu mărirea timpului de vibrare.

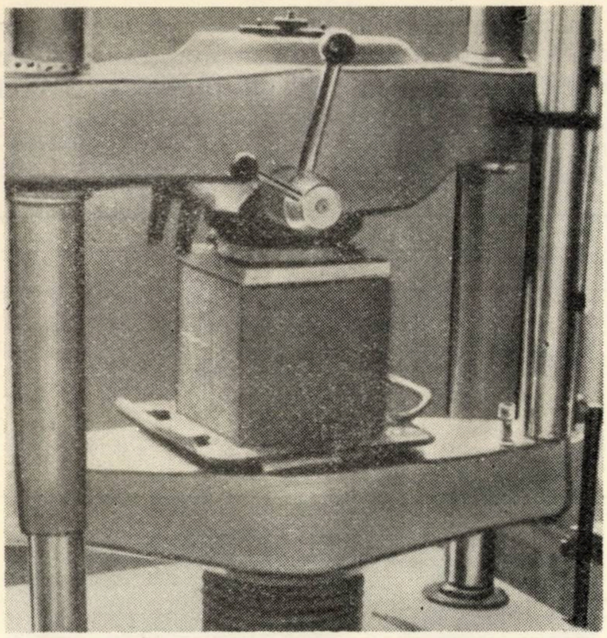


Fig. 2. Încercarea la compresiune a betonului proaspăt a cărui suprafață laterală a fost glisată după procedeul din figura 1.

În cea de a doua etapă a cercetărilor s-a urmărit să se verifice în ce măsură principalele concluzii stabilite în etapa anterioară, în care s-a lucrat cu un cofraj glisant de dimensiuni reduse, sînt valabile în cazul în care se lucrează în condițiile reale de lucru ale acestui procedeu. Aceste condiții se referă la dimensiunile cofrajului, la existența armăturilor, precum și la repetarea ciclică a operațiilor de umplere, compactare și ridicare a cofrajului glisant. Prezentarea cercetărilor din etapa a doua și analiza rezultatelor obținute formează, de fapt, obiectul acestui articol.

3. *MATERIALE*

Agregatele de rîu (nisip și pietriș) folosite la prepararea betoanelor provin de la balastiera Ghioroc, județul Arad. Piatra concasată a fost livrată de la cariera Brănișca, județul Hunedoara. Agregatele au fost uscate prin însorire, pe platforme curate de beton, și depozitate într-un siloz de beton armat, în celule de cîte 3 m³ fiecare. Fracțiunile componente ale nisipului au fost depozitate în laborator, în lăzi metalice închise.

Nisipul provine din combinarea a doua fracțiunii 0/7 și 1/3. Pietrișul a fost aprovizionat într-o singură fracțiune 7/30, iar piatra concasată în două fracțiuni : 7/15 și 15/30.

Granulozitatea agregatelor este indicată în tabelul 2. Pentru o caracterizare mai sugestivă a granulozității agregatelor s-a folosit raportul dintre pietriș și nisip, notat cu *P/N*.

S-a folosit ciment PZ 400 de la Fabrica de ciment Turda. Marca cimentului, determinată conform STAS 227—49 pe mortare vîrtoase, a fost de 426 kg/cm².

Tabelul 2

Granulozitatea agregatelor

Raportul P/N (pietriș/nisip)	Treceri în % prin sita cu diametrul (mm) de: 0,2	1	3	7	15	30
Agregate de rîu (nisip 0/7 și pietriș 7/30)						
1,5	2	14	30	46	56	100
2,0	2	12	25	41	51	100
2,5	1	10	22	36	48	100
3,0	1	9	19	26	45	100
Agregate concasate (nisip 0/7 și piatră concasată 7/15 + 15/30)						
1,5	2	14	29	46	76	100
2,0	2	12	24	39	73	100
2,5	1	10	21	35	71	100

Compozițiile betoanelor studiate sînt indicate în tabelul 3, pentru cele cu agregate de rîu, și în tabelul 4 pentru cele cu piatră concasată.

Tabelul 3

Compozițiile betoanelor cu agregate de rîu

Compoziția nr.	Pietriș 7/30 kg/m³	Nisip 0/7 kg/m³	Ciment PZ 400 kg/m³	Apă l/m³	Raport *a/c*	Raport *P/N*
1	1300	640	300	160	0,54	2
2	1105	720	375	170	0,45	1,5
3	1350	540	375	150	0,40	2,5
4	1355	455	450	172	0,38	3,0

Tabelul 4

Compozițiile cu agregate concasate

Compoziția nr.	Piatră spartă 7/15 kg/m³	Piatră spartă 15/30 kg/m³	Nisip 0/7 kg/m³	Ciment PZ 400 kg/m³	Apă l/m³	Raport *a/c*	Raport *P/N*
5	550	550	720	375	187	0,50	1,5
6	630	630	630	375	180	0,48	2,0
7	665	665	525	450	198	0,44	2,5

Compactarea betonului s-a realizat prin vibrare. S-a folosit un vibrator cu diametrul buteliei de 40 mm, cu frecvența de 3 000 vibrații/min. Deoarece betoanele au avut o granulozitate bogată în pietriș și un raport *a/c* scăzut, determinarea lucrabilității cu ajutorul conului de tasare nu a fost considerată concludentă. S-a folosit pentru aceasta un procedeu studiat la filiala INCERC Timișoara (determinarea lucrabilității betonului cu penetrometrul) prin vibrarea epruvetei pe masa vibrantă, metodă mult mai eficientă și care urmează să fie experimentată pe șantiere [10]. Se măsoară timpul (în secunde) necesar penetrării în beton, în timpul vibrării, a unei tije cilindrice cu vîrf conic (penetrometrul). Lucrabilitatea betonului studiat a fost cuprinsă între 8 și 10 secunde.

Timpul de vibrare a betonului în cofrajul glisant a fost cuprins între 10 și 15 s. În toate

cazurile studiate această vibrare a fost suficientă pentru umplerea completă a cofrajului. Pentru compararea valorii frecării cu cofrajul în cazul betonului vibrat şi al betonului îndesat manual, cu şipca, s-au efectuat două determinări cu un beton plastic (tasare 4 cm), îndesat manual.

La unele determinări s-a folosit aditivul plastifiant mixt Disan, în proporţie de 0,3% din greutatea cimentului. Aditivul s-a introdus în apa de amestec în soluţie de 20%.

4. *DISPOZITIVUL DE LUCRU*

Pentru realizarea obiectivelor din etapa a doua a cercetării s-a folosit dispozitivul de lucru indicat în figura 3. Cofrajul glisant propriu-zis (1) are lăţimea de 1,30 m şi înălţimea de 1,0 m. Pereţii sînt alcătuiţi din placaj bachelitizat, rigidizaţi cu nervuri de lemn, de care sînt fixate jugurile (2). Distanţa dintre cei doi pereţi este de 20 cm iar înclinarea acestora 1/100.

Forţa de frecare s-a măsurat cu un dinamometru cu cadran (4) de 0...3 t. Precizia determinărilor a fost de 1%. Legătura dintre juguri şi dinamometru s-a realizat prin intermediul unor tije reglabile (3) care au rolul de a asigura centrarea cofrajului glisant pe verticala centrului său de greutate.

Partea inferioară a dispozitivului de lucru este formată dintr-o grindă de beton (5) care poate bascula în jurul axului său longitudinal, pentru a permite transportul peretelui de beton din hală. În timpul lucrului, rotirea acestei grinzi este împiedicată de saboţi (6). Poziţia pe verticală a cofrajului glisant poate fi urmărită pe riglele gradate (7) lîngă care sînt dispuse două indicatoare fixate solidar cu cofrajul glisant.

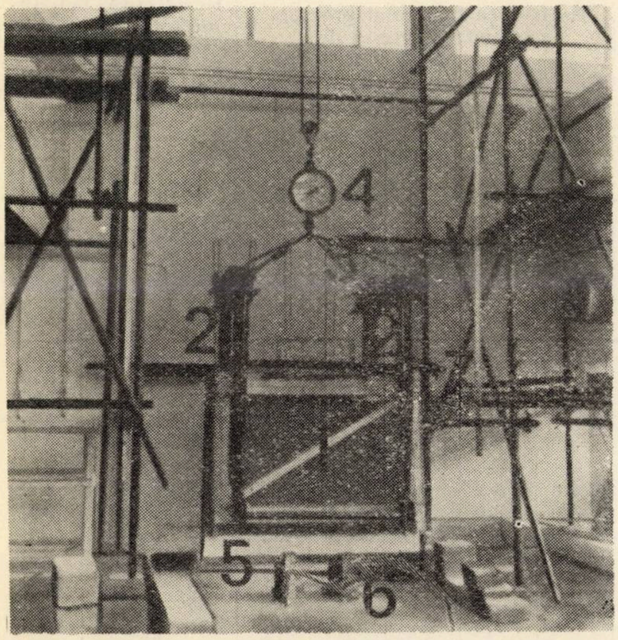


Fig. 3. Dispozitivul de lucru. *1.* **Cofrajul glisant propriu-zis.** *2.* **Juguri:** *3.* **Tije reglabile;** *4.* **Dinamometru;** *5.* **Grindă basculantă;** *6.* **Saboţi de fixare;** *7.* **Rigle gradate.**

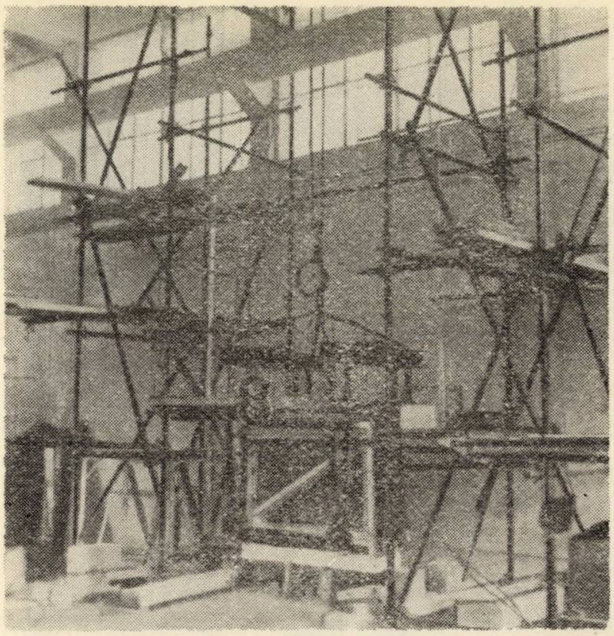


Fig. 4. Dispozitivul de lucru, inclusiv *(8)* **platforma de turnare.**

Armăturile sînt alcătuite din două plase formate din bare de 10 mm aşezate la 20 cm. Acestea sînt fixate la partea inferioară de mustăţile, de 30 cm lungime, lăsate în grinda basculantă. Cele două plase au avut o acoperire de 1,5 cm. În zona de înnădire s-au mai intercalat cîte două bare, pentru simularea unor concentrări de armătură.

Turnarea şi compactarea betonului s-au realizat de pe o platformă de turnare (8) (fig. 4). Între aceasta şi cofrajul glisant nu există un contact direct, pentru a evita orice sursă de perturbare a măsurătorilor. Ridicarea dispozitivului de lucru s-a făcut cu un troliu cu acţionare manuală. Pentru montarea şi demontarea cofrajului glisant s-a cuplat un motor electric la troliu. Această instalaţie s-a folosit de asemenea şi la coborîrea peretelui de beton.

5. *EFECTUAREA ÎNCERCĂRILOR*

Forţa de frecare s-a determinat, atît la pornire, cît şi pe parcursul glisării. La pornire, cofrajul a fost umplut în trei straturi cu beton compactat pînă la înălţimea de 85 cm, turnate la intervale de cîte o oră. Pe parcursul glisării, determinarea frecării a avut loc în două situaţii :

— la 45 min. de la compactare.

— la 5 min. de la compactare.

Cofrajul s-a ridicat în toate cazurile studiate la interval de o oră după compactarea fiecărui strat. Fiecare ridicare s-a efectuat în cîte şase trepte a 4,5 cm.

Forţa de frecare s-a exprimat în kg/m, considerînd înălţimea betonului, în momentul ridicării, de 81 cm. Din valoarea indicată la dinamometru s-a scăzut greutatea proprie a cofrajului glisant iar rezultatul s-a împărţit la lungimea de 1,30 m.

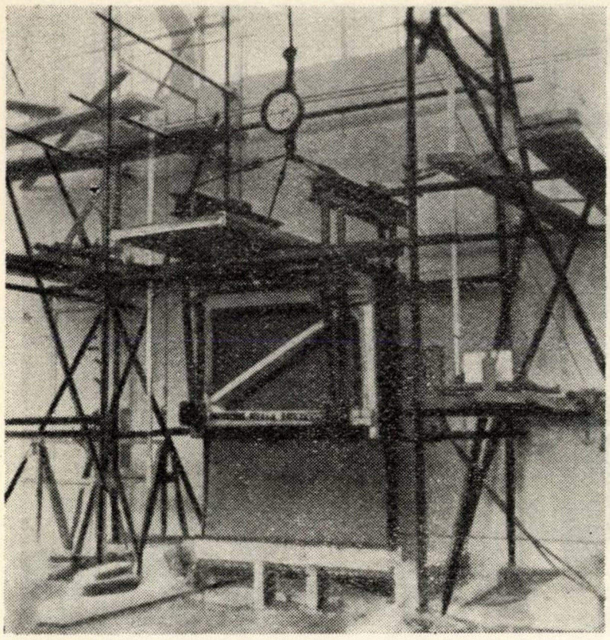


Fig. 5. Turnarea unui perete de beton. Se remarcă aspectul corespunzător al fețelor văzute și al muchiilor

Rezistența betonului proaspăt și întărit s-a studiat pe cuburi de probă 20×20×20 cm. Corespondența dintre rezistența betonului din operă și cel din cuburile de probă s-a stabilit prin măsuratori cu ultrasunete. Deoarece este vorba de betoane cu compoziție identică, turnate în același timp și compactate în același mod, se consideră că eventualele diferențe dintre rezistența betonului din operă și cea din epruvete se poate datora numai unor diferențe de compactitate. În aceste condiții, măsurătorile cu ultrasunete pot da valori concludente. Rezistența betonului proaspăt s-a determinat la vîrstele de 3...9 ore. Cea a betonului întărit s-a determinat la vîrsta de 1, 7 și 28 zile. Decofrarea cuburilor de probă s-a făcut concomitent cu ieșirea stratului respectiv din cofrajul glisant.

În figurile 3...5 pot fi urmărite cîteva aspecte ale încercărilor. În figura 3 se prezintă dispozitivul de experimentare așezat pe grinda basculantă. Figura 4 reprezintă prima fază de lucru corespunzătoare turnării primelor trei straturi. Se observă că platforma de turnare (8) este montată. Figura 5 prezintă dispozitivul de experimentare pe parcursul glisării. Se observă aspectul corespunzător al betonului glisat, care nu prezintă goluri sau segregări și are muchiile în perfectă stare.

Încercările s-au efectuat într-o hală închisă. Temperatura a putut fi menținută practic constantă, variind între +19°C și +23°C. Umiditatea a variat însă în limite ceva mai mari, fiind cuprinsă între 45% și 65%.

6. *REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR*

Rezultatele obținute sînt cuprinse în tabelele 5 și 6. În tabelul 5 sînt prezentate încercările privind frecarea între beton și cofraj (la pornire și pe parcursul glisării) și rezistențele betonului proaspăt și întărit. Frecarea s-a măsurat la 45 min. de la compactare. Mărimea frecării (pe parcursul glisării), determinată pe aceleași betoane ca și cele din tabelul 5 dar măsurată

Tabelul 5

Determinarea frecării și rezistenței betonului proaspăt și întărit *

Determinarea nr.	Compoziția nr.	Agregate	Raport *P/N*	Dozajul de ciment	Raport *a/c*	Lucrabilitatea (cm) sau (s)	Aditivi (*Disan* 0,3%)	Compactare	Forța de frecare (kg/m): La pornire	Forța de frecare (kg/m): Pe parcursul glisării	Rezistența betonului proaspăt (kg/cm²) la vîrsta de: (ore) 3	5	7	8	9	Rezistența betonului întărit (kg/cm²) la vîrsta de: (zile) 1	7	28
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	A	1,5	375	0,51	*5cm	—	M	300	300	—	1,8	2,4	3,9	4,9	36	195	289
2	2	A	1,5	375	0,51	*5cm	—	M	340	350	—	1,6	2,5	3,8	4,9	44	202	295
3	2	A	1,5	375	0,51	*5cm	—	V	630	510	—	—	—	—	—	—	208	306
4	1	A	2,0	300	0,54	10s	—	V	990	930	0,9	2,4	4,8	5,9	7,0	45	148	234
5	1	A	2,0	300	0,42	7s	da	V	910	910	—	—	—	—	—	—	—	—
6	2	A	1,5	375	0,45	10s	—	V	1170	1200	1,6	4,2	7,7	9,0	11,0	56	232	352
7	3	A	2,5	375	0,41	10s	—	V	940	770	2,0	4,9	7,6	10,9	13,0	67	268	386
8	3	A	2,5	375	0,36	8s	da	V	930	930	1,8	4,7	8,1	10,0	12,7	—	—	—
9	4	A	3,0	450	0,38	10s	—	V	1290	1240	1,5	5,1	8,9	—	—	71	289	436
10	5	C	1,5	375	0,50	10s	—	V	990	900	3,3	6,2	10,2	12,4	14,5	81	324	428
11	5	C	1,5	375	0,45	7s	da	V	330	330	—	—	—	—	—	88	343	435
12	6	C	2,0	375	0,48	10s	—	V	740	960	3,8	6,6	11,7	14,2	17,5	85	340	430
13	7	C	2,5	450	0,44	10s	—	V	910	900	4,2	8,1	13,2	18,9	22,7	96	381	483

* *Ridicarea cofrajului s-a făcut la 45 min. de la compactare.*

la 5 min. de la compactare, este indicată în tabelul 6.

Majoritatea datelor din tabelele 5 și 6 nu necesită explicații suplimentare. Pentru unele notații din coloanele 1...8 ale celor două tabele se fac următoarele precizări : În coloana 1 compozițiile betonului au aceleași indicative ca și cele din tabelele 3 și 4. Notația A din coloana 2 indică folosirea agregatelor de rîu, iar notația C corespunde agregatelor concasate. În coloana 6, notația cu asterisc a primelor trei încercări (tabelul 5) se referă la determinarea lucrabilității prin metoda conului de tasare. La toate celelalte încercări, determinarea lucrabilității s-a efectuat cu penetrometrul. În coloana 7 precizarea „*da*" arată că la betoanele respective s-a introdus ca aditiv *Disan*, în proporție de 0,3% (substanță uscată) din greutatea cimentului. În coloana 8 notația *M* (numai la primele două încercări) indică o compactare manuală prin îndesare cu șipca, iar notația *V* o compactare prin vibrare.

Tabelul 6

Determinarea frecării betonului proaspăt *

Determinarea nr.	Compoziția nr.	Agregate	Raportul P/N	Dozajul de ciment	Raportul a/c	Lucrabilitatea (s)	Aditivi (Disan 0,3%)	Compactare	Forța de frecare pe parcursul glisării (kg/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	1	A	2,0	300	0,54	9s	—	V	930
15	1	A	2,0	300	0,42	7s	da	V	910
16	2	A	1,5	375	0,45	10s	—	V	1020
17	3	A	2,5	375	0,41	10s	—	V	850
18	3	A	2,5	375	0,36	s	da	V	930
19	5	C	1,5	375	0,50	10s	—	V	500
20	5	C	1,5	375	0,45	7s	da	V	530
21	6	C	2,0	375	0,48	10s	—	V	410
22	6	C	2,0	375	0,41	8s	da	V	420

* Ridicarea cofrajului s-a făcut la 5 min de la compactare.

La toate încercările efectuate la care compactarea s-a realizat prin vibrare aspectul suprafețelor glisate a fost corespunzător fără a prezenta goluri, segregări sau armături neacoperite. Muchiile pereților turnați în cofrajul glisant au fost intacte, fără ruperi sau desprinderi. Suprafața exterioară a pereților a fost acoperită în întregime cu mortar (partea fină a betonului) fără ca agregatele mari să fie vizibile. La nici una dintre încercările efectuate nu s-a putut stabili natura agregatelor folosite (de rîu sau concasate) fără îndepărtarea stratului exterior de mortar.

7. *CONCLUZII*

Analiza datelor din tabelele 5 și 6 permite precizarea unor puncte de vedere cu privire la influența parametrilor studiați asupra frecării și rezistenței betonului proaspăt și întărit :

a) Compactarea prin vibrare permite punerea în operă a unor betoane vîrtoase (raport a/c mic) cu granulozități bogate în pietriș, sau cu agregate concasate. Vibrarea duce la sporuri de rezistență și creează o structură rigidă, capabilă să preia imediat greutatea proprie, numai în cazul compactării unor betoane vîrtoase. Comparația dintre determinările nr. 1 și nr. 3 (tabelul 5) arată că vibrarea betoanelor plastice nu duce practic la sporuri de rezistență. Rezultă însă frecări mai mari decît la îndesarea manuală.

Efectul vibrării s-a extins de fiecare dată asupra stratului compactat anterior, pe o adîncime mai mare decît cea de introducere propriu-zisă a vibratorului (5 cm). Această vibrare are un efect favorabil [3] asupra proprietăților fizico-mecanice ale betonului.

În funcție de raportul a/c și de modul de compactare, structura betonului turnat în cofrajul glisant poate fi rigidă (raport a/c redus și compactare prin vibrare) sau deformabilă (beton cu o tasare de peste 4 cm, îndesat manual). Frecarea betonului cu structură rigidă este mai mare decît a celui cu structură deformabilă. Betonul cu structură rigidă se deformează foarte puțin la ridicarea cofrajului, care are, în acest caz, mai curînd caracterul unei smulgeri decît al unei lunecări. Granulele de la suprafața de separație nu-și modifică reciproc poziția și nu se deplasează unele față de altele. Rezistența betonului proaspăt este mai mare în cazul betoanelor cu structură rigidă, datorită încleștării mecanice a granulelor. Rezistența betonului întărit este, de asemenea, mai mare datorită raportului a/c mic.

b) Granulozitatea agregatelor, exprimată prin raportul P/N, influențează mărimea forței de frecare, atît la betoanele cu agregate de rîu, cît și la cele cu agregate concasate. O comparație între frecarea obținută la determinările 6, 7, 9 (agregate de rîu) și între cea de la determinările 10, 12, 13 (agregate concasate) scoate în evidență acest lucru. La betoanele cu agregate de rîu frecarea a prezentat un minim pentru raportul $P/N = 2{,}5$, iar la cele cu agregate concasate pentru $P/N = 2{,}0$.

c) Natura agregatelor nu influențează mărimea forței de frecare. Se consideră că această constatare este foarte importantă deoarece permite folosirea agregatelor concasate la betoanele turnate în cofraje glisante, compactate prin vibrare, cu toate avantajele pentru rezistența betonului proaspăt și întărit ce rezultă din aceasta.

d) Dozajul de ciment (în anumite limite) nu pare a avea vreo influență asupra frecării.

Rezistența betonului proaspăt și întărit crește cu dozajul de ciment în cazul structurii rigide.

e) Aditivul plastifiant *Disan* influențează favorabil frecarea betoanelor cu agregatele concasate. Rezistența betonului proaspăt nu pare

a fi influenţată de acest aditiv. Rezistenţa betonului întărit este mai mare la betoanele cu adaos de *Disan*, deşi această creştere nu este proporţională cu micşorarea raportului *a/c*.

f) Intervalul de timp dintre compactarea betonului şi ridicarea cofrajului glisant influenţează favorabil valcarea frecării betoanelor cu agregate concasate. În cazul betoanelor cu agregate de rîu, acest parametru nu pare să aibă o influenţă semnificativă.

g) Corespondenţa dintre betonul turnat în cofrajul glisant şi cel din cuburile 20×20×20 cm s-a determinat prin compararea vitezei de parcurgere a ultrasunetelor. Această corespondenţă s-a dovedit foarte bună în cazul betoanelor cu structură rigidă şi este atribuită capacităţii reduse de deformare a acestei structuri, care nu permite ,,afînarea'' betonului la ridicarea cofrajului glisant.

h) Betoanele cu structură rigidă au o frecare mai mare şi o capacitate de deformare mai mică decît cele cu structură deformabilă, folosite curent pentru betoane pînă la marca B 200. De aceea, se impune folosirea unui cofraj glisant în bună stare, cu pantele corect executate şi cu o suprafaţă plană a pereţilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] ASANDEI G. : *Influenţa efectului de perete asupra unor caracteristici fizico-mecanice ale betoanelor glisate şi cofrate staţionar.* A III-a conferinţă ,,Structuri de beton armat'' Cluj, octombrie 1970.

[2] AVRAM C., VOINA N., MÎRŞU O. : *Influenţa vibrării asupra pastei întărite de ciment şi a betoanelor.* Revue de materiaux de construction et de travaux publics. Ciment et bétons. Nr. 619, 4/1967.

[3] CHIŢU D. : *Consideraţii asupra vibrării repetate a betoanelor turnate în cofraje glisante.* Rev. constr. şi mat. de construcţie nr. 6/1970.

[4] DINESCU T., SANDRU A., RĂDULESCU C. : *Cofraje glisante. Tehnică şi utilizări.* Ed. Tehnică, Bucureşti, 1970.

[5] MAMILLAN M. : *Les propriétés mécaniques des bétons frais pour la préfabrication.* Annales ITBTP 17/1964, pag. 912.

[6] PATELLI T., DASCĂLU V., KIRMAYER L., DRĂGHICI A. : *Contribuţii la tehnologia de execuţie a construcţiilor monolite din beton armat folosind cofrajele glisante.* A III-a conferinţă ,,Structuri de beton armat'' Cluj, octombrie 1970.

[7] VASILIU D. : *Eine schnelle Methode zur Bestimmung der Betonzusammensetzung.* Betonstein-Zeitung, 10/1970, pag. 628.

[8] WIERIG H. : *Eigenschaften von grünem, jungem Beton,* Der Beton 3/1968, pag. 94.

[9] * * * *Studiul compoziţiei betoanelor de mare rezistenţă turnate în cofraje glisante.* Referat INCERC (Filiala Timişoara), octombrie 1970.

[10] * * * *Determinarea lucrabilităţii betoanelor cu penetrometrul.* Referat INCERC (Filiala Timişoara), septembrie 1969.

[11] * * * *Normativ pentru proiectarea, executarea şi folosirea cofrajelor glisante.* C 41–63, Buletin CSCAS, 15/1963

Pentru lucrări de faţadă :

PLATFORMA SUSPENDATĂ ALIMAK BS-400

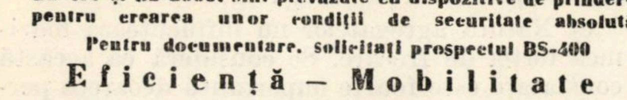
Pentru lucrări de reparaţii, intreţinere şi curăţire la construcţii de locuit, silozuri, coşuri de fum industriale ş.a.

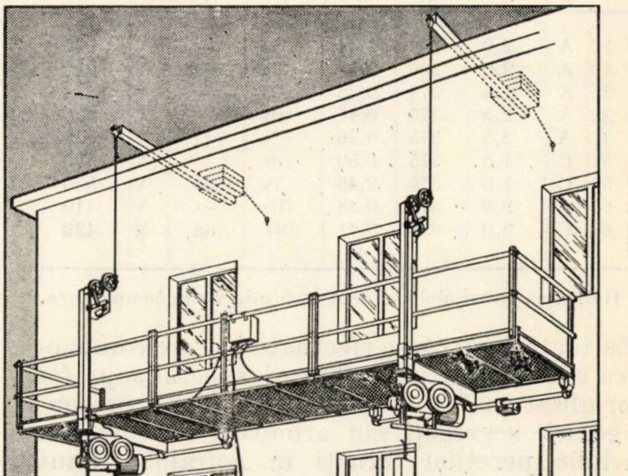
Lucru in condiţii de securitate la orice inălţime

ATENŢIE ! Posibilităţi de mărire a randamentului prin folosirea troliilor de ridicare a platformei tip BS-2000. Deosebit de soluţiile curent intîlnite, troliile nu sint prevăzute cu tamburi, ei se caţără pe cabluri suspendate de console deplasabile fixate de acoperiş. Ambele tipuri, BS-400 şi BS-2000, sint prevăzute cu dispozitive de prindere pentru crearea unor condiţii de securitate absolută

Pentru documentare, solicitaţi prospectul BS-400

Eficienţă – Mobilitate





LINDEN ALIMAK

S-931 03 SKELLEFTEA 3 SUEDIA. Tel. 0910/142 30 Telex 6883

UNELE ASPECTE DE CALITATE ÎN PRODUCŢIA DE PREFABRICATE DE BETON ŞI BETON ARMAT

Şef lucrări ing. **RADU POPA**
Institutul de construcţii Bucureşti

Una din căile de bază pentru modernizarea, industrializarea sectorului de construcţii o constituie prefabricarea, iar în cadrul prefabricării ponderea cea mai mare, în prezent, o are prefabricarea elementelor de beton şi beton armat.

Realizările în domeniul prefabricatelor de beton şi beton armat sînt remarcabile şi atestă capacitatea constructorilor de a situa România, şi din acest punct de vedere, printre ţările avansate. Există însă, în producţia de prefabricate, deficienţe care diminuează calitatea elementelor, durabilitatea lor, sau fac ca pagubele materiale să fie uneori însemnate.

Autorul nu-şi propune să dezvolte aspectele pozitive care sînt dominante, mai ales în fabricile de prefabricate, ci să facă o analiză succintă a unor aspecte negative care determină confecţionarea unui număr relativ mare de elemente prefabricate nesatisfăcătoare din punct de vedere calitativ şi a unui volum prea mare de rebuturi. Totodată sînt arătate unele cauze ale acestor stări de lucruri, din care rezultă şi măsuri de remediere a lor.

Se menţionează că datele şi exemplele prezentate în lucrare se bazează pe un studiu efectuat de autor în cîteva fabrici şi poligoane de prefabricate.

Calitatea elementelor prefabricate de beton armat poate fi apreciată luînd în consideraţie proprietăţile fizico-mecanice şi parametrii lor geometrici, respectiv abaterea de la toleranţele admise.

În prezent, calitatea elementelor prefabricate de beton şi beton armat se apreciază, în mod curent, după rezultatele încercărilor făcute pe probele luate din anumite loturi (partide) de materii prime şi semifabricate, cum ar fi oţelul, cimentul, agregatele, betonul etc., puse în lucrare, şi pe un număr foarte redus de produse finite, încărcate pînă la „sarcina de exploatare" sau pînă la rupere.

În principiu, orice test este util atunci cînd pe baza lui pot fi luate măsuri imediate de corectare sau eliminare a unor deficienţe. Dacă însă pe baza încercărilor făcute se constată abateri calitative de la cerinţele STAS şi ele nu se pot remedia operativ, încercările rămîn de domeniul informativ sau de interes statistic. Pentru susţinerea consideraţiilor făcute se dau două exemple.

O întreprindere de construcţii primeşte un agregat total (0—40 mm) a cărui curbă de granulozitate nu se încadrează în limitele STAS pentru betoane de marcă superioară, sau nici măcar pentru betoane obişnuite, dar ea nu are posibilităţi tehnice de corectare a granulozităţii. În acest caz, rezolvarea problemei nu este în puterea întreprinderii de prefabricate, ci necesită participarea altor factori, constatarea calităţii necorespunzătoare a agregatului la întreprindere rămînînd doar de ordin informativ.

Al doilea exemplu se referă la stabilirea calităţii betonului turnat în elementele prefabricate şi, implicit, într-o mare măsură, a calităţii pieselor realizate din betonul respectiv. Calitatea betonului greu este apreciată, în general, după marca sa, datorită şi faptului că o dată cu ea se asigură frecvent şi celelalte proprietăţi fizico-mecanice ale betonului întărit. Cum rezistenţa la compresiune a betonului se poate determina numai după o anumită durată de timp, sau marca numai după 28 de zile de la prepararea şi turnarea sa, acestea de regulă prezintă mai mult interes statistic, deoarece elementul care a fost realizat dintr-un beton necorespunzător este deseori greu

de identificat după acest interval de timp, sau a fost deja montat în construcție.

Pentru aceste motive, este necesar să se găsească posibilități eficiente, eventual de efectuare a unor determinări, care în prezent nu se fac, în vederea urmăririi mai sistematice a calității elementelor prefabricate, atît pe parcursul formării, cît și asupra produsului finit, avîndu-se în vedere destinația, importanța și condițiile de exploatare a pieselor respective.

Desigur că doar introducerea unor teste suplimentare nu va rezolva problema asigurării calității elementelor prefabricate și că ea depinde în primul rînd de folosirea unor materiale de calitate corespunzătoare și de respectarea integrală, la realizarea fiecărui proces tehnologic și a fiecărei operații, a normelor tehnice prescrise în standarde, normative, instrucțiuni etc.

ASPECTE ÎNTÎLNITE ÎN UNELE UNITĂȚI DE PREFABRICATE DE BETON ARMAT

Rezistența la compresiune

Marca și rezistența la compresiune a betonului păstrat în condiții identice sau similare cu cele ale elementului prefabricat s-au determinat pe cuburi cu latura de 20 cm, respectiv 10 cm. Pentru fiecare marcă de beton s-au prelucrat rezultatele obținute pe un număr de epruvete cuprins între 61 și 154 bucăți. Excepție face betonul de marca 500, unde numărul rezultatelor prelucrate a fost mai mic.

Dintre betoanele analizate, se prezintă date privind două mărci B150 și B300, preparate la întreprinderea „A" (tabela 1).

Din tabela 1 se vede că rezistența medie la compresiune ($\bar{x}$) a betoanelor puse în lucru este inferioară mărcilor proiectate, dar această diferență nu dă un indiciu asupra răspîndirii rezistențelor obținute pe epruvetele încercate; ca atare, am putea fi tentați să admitem că, la limita inferioară, rezultatele sînt satisfăcătoare.

Luînd în considerare însă abaterea medie pătratică (σ) și coeficientul de variație Cv), se constată că acestea sînt exagerat de mari și prin urmare omogenitatea betoanelor de aceeași marcă este nesatisfăcătoare.

Tabela 1

Unele rezultate medii obținute la întreprinderea „A" asupra betonului de marcă B150 și B300

Indicatorul	Marca betonului	
	B150	B300
Rezistența medie la compresiune ($\bar{x}$) (kg/cm²)	135,717	263,290
Rezistența medie obținută față de cea proiectată (în %)	90,50	87,70
Abaterea medie pătratică (σ)	40,082	76,63
Coeficientul de variație (C_v)	0,3027	0,2012

Pentru a putea face unele precizări asupra distribuției rezistențelor, mai ales a celor extreme, s-a făcut și o reprezentare grafică a rezultatelor găsite la diferitele mărci de beton. În fig. 1 au fost grupate rezultatele pe mărci, după rezistențele cuprinse între anumite limite, exprimînd ponderea lor în procente față de numărul total al epruvetelor încercate din aceeași marcă.

Din fig. 1 rezultă că un număr mare de epruvete au avut rezistențe plasate spre zonele extreme. O parte însemnată din ele depășesc cu mult marca betonului. În categoria aceasta, peste 10 % din betoane au avut rezistențe de 1,5 — 2,0 ori mai mari decît cele cerute. Se constată în același timp că, în medie, mai mult de jumătate din betoanele turnate au avut rezistențe inferioare mărcilor, iar din acestea, ponderea rezistențelor cuprinse între 0,5 — 0,75 R_b 28 este importantă. Spre exemplificare se dă o situație privind betonul de marcă 300 (fig. 1 *f*), la care rezistențele cuprinse între 0,5 — 0,67 R_b 28 au avut o pondere de 17,8 % și betonul de marcă 500 (fig. 1*h*), la care ponderea rezistențelor cuprinse între 0,5 — 0,6 R_b 28 este de 30 %. Ponderea epruvetelor cu rezistența foarte slabă, din ultimul tip de beton, iese cu totul din comun, mai ales dacă se ia în considerare și faptul că asemenea mărci de betoane au destinații mai speciale, sau sînt turnate în elemente precomprimate.

O situație deosebită o prezintă și betoanele de marcă 150 și 200 analizate (fig. 1 *b* și 1 *c*), întrucît epruvetele martor care au dat rezistențe doar de 0,35 — 0,5 R_b 28 reprezintă 4 %, respectiv 5,2 % din totalul epruvetelor din același tip de beton luate în studiu. Se poate admite, în principiu, că unele betoane turnate în elemente, datorită condițiilor nesatisfăcătoare de transport, de compactare etc., nu au atins nici măcar rezistențele obținute pe epruvetele martor.

Este de precizat că, avînd în vedere scopul urmărit, nu au fost prezentate și rezultatele înregistrate pe betoane în întreprinderile și poligoanele care se încadrează bine sau în limite acceptabile din punct de vedere al cerințelor calitative.

Prepararea betonului

Stațiile de preparare a betoanelor din cadrul fabricilor și poligoanelor studiate deservesc producția proprie de prefabricate, iar cîteva dintre ele livrează beton marfă unor șantiere ce aparțin aceleiași întreprinderi.

Prepararea betonului în întreprinderea „A" se face cu agregate a căror granulozitate variază în limite largi, dar se plasează aproape întotdeauna în afara domeniului bun, cerut de prevederile STAS. Această întreprindere primește agregatul de la furnizor avînd granulozități cuprinse aproximativ între curbele arătate în fig. 2, mult în afara cerințelor — domeniul hașurat — pentru betoane obișnuite. Pentru prepararea betoanelor de mărci superioare, inclusiv B500, se face uneori o sortare a agregatului prin ciuruire manuală, în vederea diminuării relative a părților fine, alteori se folosește agregatul așa cum sosește în depozit.

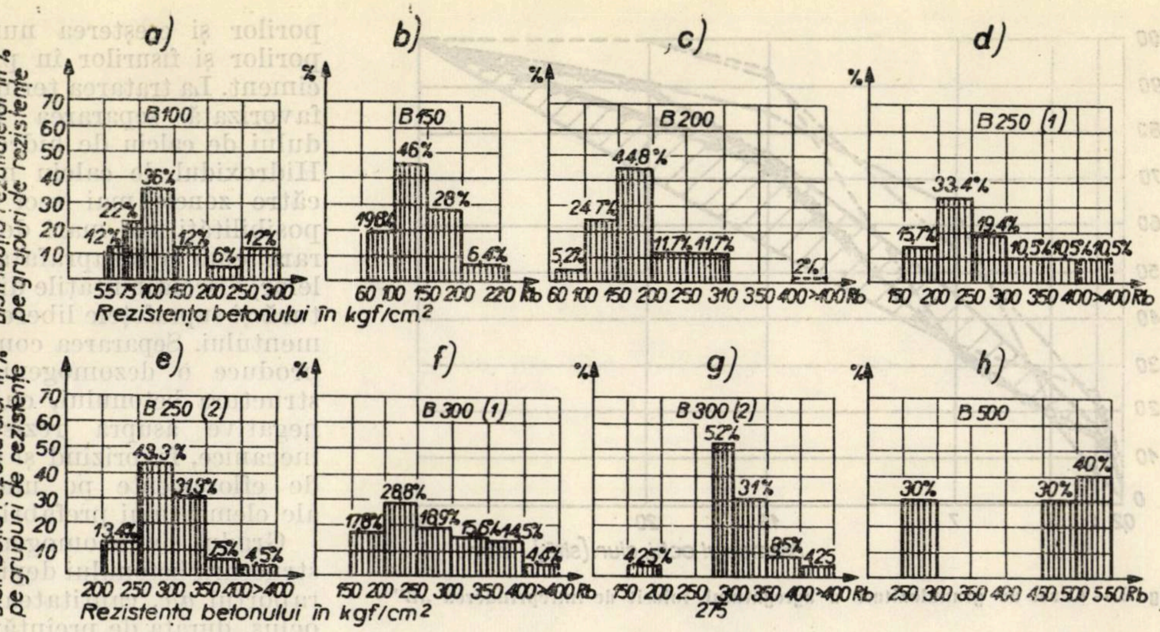


Fig. 1 — Distribuţia rezultatelor obţinute la încercări de compresiune pe mărci de beton şi grupuri de rezistenţă.

(1) Rezultate la întreprinderea „A"

(2) Rezultate la întreprinderea „B"

Intreprinderea „B" primeşte agregatul sortat pe fracţiuni, dar îl depozitează la sol fără pereţi despărţitori între sorturi. Agregatul, descărcat pe sorturi lîngă calea ferată, este împins cu buldozerul în depozit. De aseasemenea, din depozit pînă la banda transportoare, care-l ridică în buncărele staţiei de preparare a betonului, agregatul este împins cu buldozerul. În aceste condiţii sorturile se amestecă în timpul descărcării, depozitării şi transportului local, astfel încît nu mai există posibilitatea unui control asupra cantităţilor pe fracţiuni real introduse în betonieră. În fig. 3 sînt date cîteva curbe granulometrice determinate pe amestecuri dozate în condiţiile întreprinderii „B".

În majoritatea staţiilor de preparare a betoanelor nu se asigură dozarea corectă a cantităţii de apă calculată, întrucît majoritatea dozatoarelor de apă nu funcţionează din cauza unor defecţiuni, sau deliberat. Aceasta duce la obţinerea unui raport *a/c* real, diferit faţă de cel calculat, a cărui mărime rămîne la latitudinea persoanei care face dozarea apei. Totodată trebuie semnalată lipsa unor posibilităţi de determinare operativă, la intervale de timp mici, a conţinutului în apă al agregatelor, pentru a se face corecturile necesare la dozarea materialelor.

Deoarece staţiile centralizate prepară mai multe sorturi de beton, se pare că livrarea acestuia nu se face cu suficientă atenţie. Din această cauză se livrează uneori betoane de mărci superioare pentru elemente care cer mărci mai mici, sau invers. Se pare că numai aşa se pot explica unele situaţii extreme din fig. 1. În primul caz, folosirea unor betoane superioare celor prevăzute nu afectează negativ siguranţa construcţiei, ci numai preţul de cost. În al doilea caz, în funcţie şi de marca betonului, elementele prefabricate nu pot suporta decofrarea şi manipulările imediate, devenind astfel elemente rebutate. Chiar dacă ele suportă eforturile de decofrare şi manipulare, datorită rezistenţelor foarte slabe obţinute în comparaţie cu cele proiectate, ele-

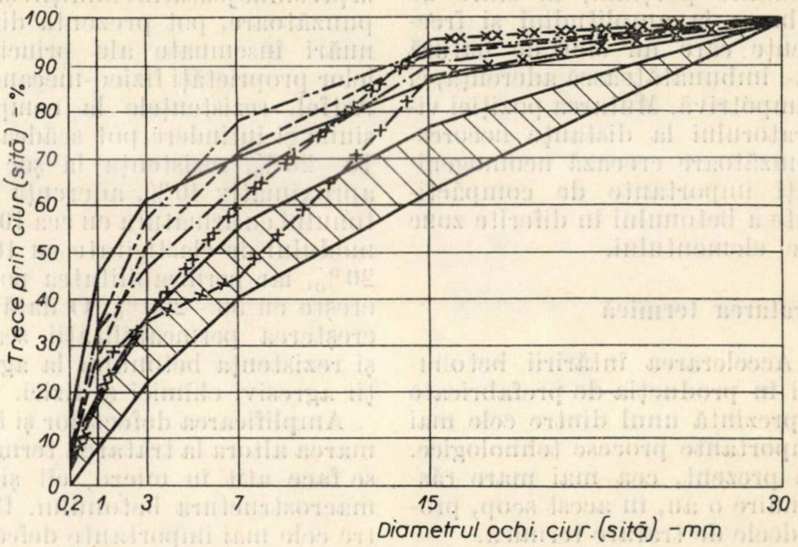


Fig. 2 — Curbe de granulozitate a agregatului folosit de întreprinderea „A"

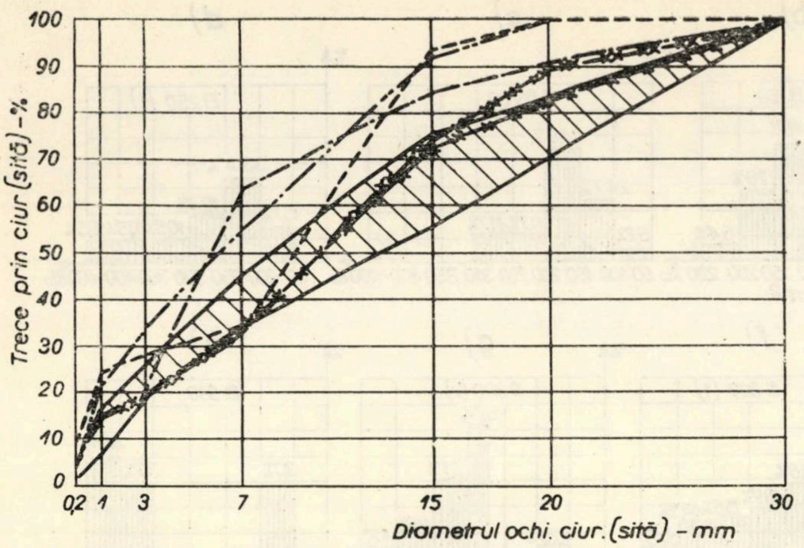


Fig. 3 – Curbe de granulozitate a agregatului folosit de întreprinderea „B"

mentele sînt necorespunzătoare din punct de vedere calitativ, şi, puse în lucrare, pot dăuna grav comportării construcţiei.

Compactarea betonului

Compactarea betonului se face deseori neţinînd seama de particularităţile elementului prefabricat, în special de cele care decurg din forma şi dimensiunile sale. Astfel, de exemplu, se folosesc impropriu pervibratoarele de elemente cu suprafeţe relativ mari şi grosimi reduse (10–15 cm). Pe lîngă raza lor mică de acţiune şi randamentul mai scăzut la asemenea grosimi, aceste vibratoare ating frecvent armătura, punînd-o, pe anumite porţiuni, în stare de vibrare la amplitudini şi frecvenţe care nu sînt de natură să-i îmbunătăţească aderenţa, ci dimpotrivă. Mutarea poziţiei vibratorului la distanţe necorespunzătoare creează neomogenităţi importante de compactitate a betonului în diferite zone ale elementului.

Tratarea termică

Accelerarea întăririi betonului în producţia de prefabricate reprezintă unul dintre cele mai importante procese tehnologice. În prezent, cea mai mare răspîndire o au, în acest scop, procedeele de tratare termică.

Tratarea termică accelerează mult fenomenele de hidroliză şi hidratare a cimentului, asigurînd astfel betonului, într-un timp foarte scurt, rezistenţe suficient de mari pentru a putea suporta solicitările de decofrare, manipulare şi depozitare, fără ca elementul să fie degradat, permiţînd astfel ca, după cîteva zile sau chiar ore, să poată fi transportat şi montat în construcţie.

În acelaşi timp, tratarea termică favorizează amplificarea defectelor ce pot surveni în condiţii normale de întărire, precum şi apariţia altor defecte în structura betonului.

Din numeroase studii şi cercetări efectuate rezultă că faţă de betoanele întărite în condiţii normale, cele tratate cu aburi la presiune joasă, în condiţii corespunzătoare, pot prezenta diminuări însemnate ale principalelor proprietăţi fizico-mecanice. Astfel, rezistenţele la compresiune şi întindere pot scădea cu 10–25 %, rezistenţa la şoc cu aproximativ 40 %, aderenţa betonului cu armătura cu cca 10 %, modulul de elasticitate cu 10–20 %, iar permeabilitatea poate creşte cu 50–200 %. O dată cu creşterea permeabilităţii scade şi rezistenţa betonului la agenţii agresivi chimici şi fizici.

Amplificarea defectelor şi formarea altora la tratarea termică se face atît în micro, cît şi în macrostructura betonului. Dintre cele mai importante defecte, amintim mărirea pînă la peste de două ori a dimensiunii microporilor şi creşterea numărului porilor şi fisurilor în piatra de ciment. La tratarea termică este favorizată separarea hidroxidului de calciu de hidrosilicaţi. Hidroxidul de calciu migrează către zonele mai reci sau cu posibilităţi mai mari de evaporare, cum ar fi suprafaţa granulelor, discontinuităţile din structură şi suprafeţele libere ale elementului. Separarea compuşilor produce o dezomogenizare în structura betonului, cu urmări negative asupra rezistenţelor mecanice, favorizînd şi apariţia de eflorescenţe pe unele feţe ale elementului prefabricat.

Gradul de neomogenitate a structurii betonului depinde de : raportul *a/c*, cantitatea de aer oclus, durata de preîntărire (aşteptare), viteza de creştere a temperaturii la tratarea termică, posibilitatea de evaporare a apei din beton (migrarea apei), respectiv de gradul de închidere a tiparului sau de gradul de saturare cu aburi a mediului de tratare termică ş.a. Dezomogenizarea poate fi atenuată prin realizarea unui grad ridicat de compactitate a betonului, o suficientă preîntărire, ridicarea lentă a temperaturii betonului, luarea unor măsuri de reducere a evaporării apei etc.

Tratarea termică întîrzie totodată formarea hidrosulfoaluminatului de calciu, care apare în general mai tîrziu, după întărirea pietrei de ciment, provocînd expansiuni locale, accentuînd astfel sistemul de microfisuri. Deficienţa poate fi redusă folosind cimenturi cu conţinut redus de aluminat tricalcic şi gips.

Exfolierile şi golurile sub formă de lentilă sînt dispuse în general paralel cu baza elementului şi se formează în prima fază a tratării termice, înainte de rigidizarea betonului. Ele sînt cauzate de evaporarea bruscă a apei, de dilatarea vaporilor şi a aerului oclus sau de combinaţii ale acestora. Atenuarea unor asemenea defecte se poate obţine prin folosirea unor betoane cu raporturi *a/c* reduse, realizarea unei compactităţi maxime (eliminarea aerului oclus şi a excesului de apă), încălzirea lentă, tratarea în cofraje închise etc.

Fisurile în elementul prefabricat pot apare în diferite etape ale tratării termice. În perioada de ridicare a temperaturii sau la începutul tratării izotermice pot apare fisuri de contracție în stare plastică a betonului datorită pierderilor mari de apă prin evaporare, sau datorită dilatării termice diferențiate în cazul betoanelor păstrate prealabil un timp îndelungat și care sînt apoi încălzite cu o viteză prea mare. De asemenea, în perioada de tratare izotermică pot apare fisuri de contracție la uscare, tot ca urmare a pierderilor de apă prin evaporare în timpul tratării. La răcirea elementelor apar frecvent fisuri datorită contracției termice și pierderii de apă. Pentru reducerea sau eliminarea acestor posibilități se cere stabilirea unei viteze judicioase de ridicare și coborîre a temperaturii, ținînd seama de masivitatea piesei, de raportul *a/c*, de compactitate, de durata păstrării prealabile etc. și de asigurarea unei umidități corespunzătoare mediului de tratare termică, sau închiderea fețelor deschise ale elementelor în vederea reducerii pierderilor de apă.

Referitor la tratarea termică a betonului, trebuie să punem în evidență principalele avantaje și dezavantaje ale soluțiilor tehnologice adoptate în acest scop. Din numeroasele studii realizate în țară și străinătate rezultă că procedeul cel mai eficient din punct de vedere al calității betonului constă în folosirea tiparelor etanșe. Sistemul reduce foarte mult sau anulează influența pe care o are durata de preîntărire și viteza de încălzire a betonului. Totodată, permite utilizarea oricărui agent încălzitor, inclusiv a radiațiilor infraroșii și curentului electric. Se apreciază că acest procedeu asigură rezistențe echivalente cu cele ale betonului întărit în condiții normale, adică R_b 28 aburit este egal cu 95—100% din R_b 28 normal. Betonul trebuie însă preparat cu un raport *a/c* mic sau foarte mic.

Principalul dezavantaj îl constituie realizarea și, mai ales, întreținerea pretențioasă a tiparelor, pentru a nu-și pierde calitatea de etanșeitate.

Similar se comportă tiparele cu grad mare de închidere (tipare încălzitoare suprapuse, tipare cu capac de închidere, casete verticale etc.), care pot asigura rezistența de R_b 28 aburit egale cu 85—90% din R_b 28 întărit normal. Ele necesită însă un consum mai mare de oțel pentru asigurarea rigidității necesare, în cazul tiparelor suprapuse, și pentru confecționarea capacului de închidere, în cazul celor cu capac. Deseori, datorită deformării capacului sau a tiparului, nu se mai asigură etanșeitatea corespunzătoare, scăzînd astfel mult eficiența potențială.

Un procedeu cu rezultate bune îl poate constitui aburirea betonului cu cofraje neacoperite introduse în camere sau tuneluri de tratare termică. Se apreciază că R_b 28 aburit poate atinge valori de 80—85% din R_b 28 întărit normal dacă se respectă o serie de condiții. Betonul supus unei asemenea tratări termice trebuie să aibă o foarte bună compactare, durata de preîntărire să fie aproximativ 2 ore, aburul folosit ca agent încălzitor să fie saturat, iar vitezele de încălzire și răcire să fie mici, în corelație și cu masivitatea plăcii.

Aburirea pe suporți a tiparelor (funduri de tipar), în camere sau tuneluri de tratare termică, tentează deseori, datorită economiei de oțel pentru tipare, respectiv posibilităților de rulare mult mai mare a tiparelor.

Calitatea betonului aburit în asemenea condiții poate fi satisfăcătoare, atingînd rezistențe, la 28 de zile, de 65—75% din cea a betonului întărit normal. Asemenea rezultate pot fi considerate mulțumitoare pentru elemente cu dimensiuni și masivitate reduse, de mică importanță.

Rezistențele finale mai slabe ale betonului astfel întărit se pot explica în principal prin unele fenomene fizice. În faza de încălzire, betonul proaspăt se dilată liber mai mult decît în tipare și procesul de întărire îl surprinde în această stare. După întărirea betonului, elementul prefabricat nu mai revine la dimensiunile inițiale prin răcirea sa, ci păstrează o dilatare remanentă. Pe lîngă afînarea remanentă, în element iau naștere eforturi interne destul de importante. Evaporarea apei din beton , datorită suprafețelor mari deschise, favorizează formarea defectelor în structura betonului.

Tratarea termică a betonului în tipare încălzitoare are o răspîndire mare, rezultatele obținute fiind foarte diferite. Tiparele care încălzesc elementul prefabricat pe mai multe fețe și care nu închid doar o suprafață relativ mică a piesei, dau în general rezultate bune atunci cînd exploatarea acestora se face corect.

Foarte mult sînt folosite însă, la fabricarea panourilor mari și a altor piese de suprafață, tiparele cu fund încălzitor. Această soluție se pare că este cea mai dezavantajoasă din toate procedeele de tratare termică, ea dînd betonului rezistențe, la 28 de zile după tratare, doar de 60—65% sau chiar mai mici față de betonul întărit în condiții normale după 28 de zile. La obținerea rezistențelor nesatisfăcătoare ale acestei soluții concură mai multe cauze. Realizarea actuală a tiparelor de acest fel nu asigură o distribuire uniformă a căldurii pe fundul tiparului, creînd uneori diferențe de pînă la zeci de grade, în cazul folosirii ca agent încălzitor a aburului; este adevărat că după cîteva ore de încălzire diferențele de temperatură din cîmpul fundului tiparului scad. În același timp, între fundul tiparului încălzit și suprafața deschisă a panoului se creează, mai ales pe timp friguros, diferențe de pînă la 40...45°C, datorită în cea mai mare măsură pierderilor de căldură către mediul exterior. Astfel condițiile de tratare termică a betonului în diversele zone ale panoului sînt foarte diferite. Ca urmare, desfășurarea proceselor de hidratare și hidroliză se face diferențiat, obținîndu-se, în diferite zone și secțiuni ale panoului, maturități mult deosebite ale betonului.

O situație cu totul aparte o reprezintă panourile pereților exteriori care conțin un strat termoizolator între cele două straturi de rezistență din beton armat. Încălzirea făcîndu-se pe o singură față, cea de jos, datorită stratului termoizolator, temperatura de tratare la fața de sus este foarte scăzută. Desigur că la aceasta contribuie și pierderile de căldură către mediul înconjurător, care se produc în cea mai mare măsură tot pe la partea superioară a elementului, deci la nivelul celui de-al doilea strat de rezistență.

Adăugînd efectelor negative create de dilatarea termică diferențiată, dezomogenizarea structurii datorită migrării unor produși de hidratare, favorizată deosebit de acest mod de tratare, precum și pierderile foarte mari de apă prin evaporare care măresc porozitatea betonului, produce fisuri etc., avem o explicație a rezultatelor slabe și foarte slabe obținute în cazul tratării elementelor de suprafață în tipare încălzitoare pe o singură față.

În sfîrșit, trebuie arătat că acest procedeu nu este nici economic din punct de vedere al consumului de abur, deoarece în majoritatea întreprinderilor și a poligoanelor se cheltuiesc 700—800 kg abur/m^3 de beton armat, sau chiar mai mult.

Pentru a sublinia din nou importanța pe care o are realizarea corectă a tuturor operațiilor de confecționare, inclusiv tratarea termică a betonului în vederea obținerii elementelor de calitate cerută, se vor prezenta rezultate exemplificative obținute la întreprinderea „C" de prefabricate.

Primul exemplu îl constituie un beton a cărui compoziție a fost proiectată pentru marca 300. Încercările de rezistență la compresiune după 28 de zile de întărire normală atestă o rezistență de 103 % față de marca proiectată, adică 309 kg/cm^2. Același beton, imediat după tratarea termică a obținut 63 kg pe cm^2, adică 21 % din R_b 28, iar după 28 de zile de la turnare (tratare), 243 kg/cm^2, ceea ce reprezintă 81 % din R_b 28, deci o rezistență satisfăcătoare.

Al doilea beton a fost proiectat pentru marca 250 și a obținut, la întărirea normală după 28 de zile, 214 kg/cm^2, reprezentînd 86 % din marcă. După tratarea termică, a avut doar 39 kg/cm^2, adică 16 % din R_b 28, iar după 28 de zile, de-abia 114 kg/cm^2, deci 44,5 % din marcă, rezultat cu totul nesatisfăcător.

Rezistențe de acest fel și chiar mai slabe se obțin nu arareori la elemente prefabricate. Asemenea betoane slabe, dacă nu se rup, sau dacă nu scapă urechile de agățare, în timpul decofrării, suferă deteriorări grave interioare, începînd cu reducerea aderenței betonului la armătură și terminînd cu formarea de fisuri sau chiar de crăpături în unele zone ale elementului. Faptul că marea majoritate a elementelor prefabricate sînt capabile să suporte sarcinile de decofrare, manipulare, transport, depozitare sau punere în lucrare nu atestă uneori nici pe departe că ele îndeplinesc condițiile de durabilitate și confort necesare.

Decofrarea elementelor prefabricate

Operația de decofrare, destul de des considerată minoră și ca atare superficial tratată, creează adesea probleme de obținere a elementelor de calitate, deoarece este condiționată de calitățile înseși ale tiparului, de operațiile de curățire și ungere ale acestuia și de operația propriu-zisă de decofrare.

Deoarece tiparul asigură forma și dimensiunile corecte ale piesei fabricate, precum și condițiile de tratare termică în unele situații (tiparele încălzitoare, tiparele etanșe etc.), prezintă o mare importanță, atît concepția de proiectare, cît și realizarea lui. În general, construcția tiparelor respectă condițiile cerute, asigurînd dimensiuni ale elementelor prefabricate în limitele toleranțelor admise, cu posibilități de decofrare simplă, comodă și rapidă. Cu toate acestea, se constată la multe elemente prefabricate abateri neadmise de la toleranțe (dimensiuni, planeitate, săgeată etc.) sau deteriorări ale elementului (fisuri, muchii rupte sau chiar distrugeri locale etc.), mai ales datorită nerespectării regulilor de exploatare a tiparelor.

Multe neajunsuri derivă din curățirea și ungerea necorespunzătoare a tiparelor. Adesea, tiparele nu se curăță după decofrare, sau se curăță superficial, ceea ce face ca treptat suprafața tiparului să devină mai rugoasă și să se încarce cu un strat de mortar foarte fin, care favorizează aderența betonului de cofraj chiar în condițiile unei ungeri normale. Dacă se adaugă practica unei ungeri neîngrijite, uneori doar simulate, a tiparului, întîlnim situația în care decofrarea devine o problemă, chiar și în cazul unor elemente mici, cum ar fi spalierii de vie (întreprinderea „C"). Atunci încep să se aplice practici neadmise, cum sînt folosirea rângilor, ciocanelor sau baroaselor etc. pentru a demonta pereții tiparelor sau a se scoate elementul din tipar. Urmările sînt costisitoare întrucît piesele prefabricate și tiparele se degradează, iar degradarea tiparelor de-abia îngreunează decofrarea elementelor următoare.

Prin presupusa economie făcută la manoperă pentru curățire și ungere și la materialele de ungere, se pierde incomparabil mai mult prin degradarea pînă la rebutare a pieselor prefabricate și scoaterea din uz a tiparelor.

Deformarea și degradarea tiparelor se pot datora și altor cauze cum sînt transportul, manipularea și depozitarea necorespunzătoare.

CONCLUZII

Îmbunătățirea calitativă a prefabricatelor de beton și beton armat, reducerea importantă a rebuturilor și excluderea posibilității de a pune în lucrare piese necorespunzătoare calitativ, se pot realiza respectînd o serie de condiții:

a) Folosirea materiilor prime și materialelor de calitate cerută, asigurîndu-se conservarea cali-

tății acestora printr-o depozitare și manipulare corectă.

b) Respectarea cu strictețe a recomandărilor STAS și a normativelor de tehnologie în vigoare referitoare la confecționarea elementelor prefabricate de beton și beton armat. Proiectarea compoziției betonului și dozarea componenților acestuia să fie făcute științific, avîndu-se în vedere modificările calitative și cantitative ce intervin, cum ar fi : tipul și marca cimentului, granulozitatea și umiditatea agregatului etc. Prepararea, turnarea și compactarea betonului trebuie să constituie preocuparea permanentă a unui personal calificat. Adoptarea procedeului și stabilirea regimului de tratare termică trebuie să fie făcute în concordanță cu caracteristicile elementului prefabricat și cu compoziția betonului proaspăt, sau la un procedeu dat să se adopte compoziția betonului proaspăt și regimul de tratare termică.

c) Încadrarea unităților de prefabricate cu personal de calificare corespunzătoare. Este necesar să se asigure întregului personal care lucrează în asemenea unități un minimum de cunoștințe teoretice și aplicative, pentru a putea înțelege sensul și importanța pe care o prezintă efectuarea corectă a fiecărei operații ce concură la confecționarea prefabricatelor, precum și urmările pe care le pot avea greșelile sau neglijența din activitatea lor. S-a putut constata că diminuarea calității elementelor de beton și beton armat este o consecință datorată aproape exclusiv nepriceperii, superficialității sau neglijenței personalului care efectuează operațiile tehnologice sau verifică efectuarea acestora.

d) Găsirea unor posibilități de urmărire mai sistematică a calității produsului finit, eventual de efectuare a unor determinări care să asigure cel puțin depistarea defectelor mai mari, înainte de montarea în construcție a pieselor prefabricate. O corelare mai sistematică între încercările care se fac pe diferitele materiale și destinația materialelor respective ar permite o identificare mai ușoară a elementelor sau zonelor necorespunzătoare calitativ și s-ar putea lua măsurile de rigoare, înainte de a intra în exploatare construcția sau chiar înainte de montarea piesei.

De asemenea trebuie arătat că realizarea unor reduceri la valoarea inițială de investiție, cu prilejul construirii unor unități de confecționare a prefabricatelor, pe seama rezolvării rudimentare a unor secții ca depozitul de agregate sau atelierul de confecționare a armăturilor, reprezintă o falsă economie, deoarece ele afectează calitatea producției și măresc prețul ei de cost.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ing. DAN DUMITRESCU, ing. MIRCEA LUPAN : *Asupra îmbunătățirii tratării termice a betonului din elementele prefabricate, prin utilizarea concomitentă a unui ciment cu rezistențe inițiale mari și a încălzirii prin contact la temperaturi pînă la 100°C.* Studii și cercetări INCERC, nr. 1/1964.

[2] C.A. MIRONOV, L. A. MALININA : *Uscorenie tverdenia betona.* Moskva, 1961.

[3] Ing. D. STATE, ing. D. MANARI, ing. M. TRAUBICI : *Tratarea termică a betonului într-un mediu de abur saturat la 100°C și presiune atmosferică.* Studii și cercetări INCERC, nr. 1/1967.

[4] Ing. N. MIHAIL, ing. V. MOLDOVAN, ing. R. POPA : *Studiu cu recomandări pentru tratarea termică a betoanelor turnate în elemente prefabricate.*

Ing. **MARIN MANOLACHE**

JOCURILE DE SINTEZĂ

O metodă pentru verificarea cadrelor de conducere în construcții

În activitatea de construcții, funcția de șef de șantier, de director de întreprindere, într-un cuvînt funcția de șef al sectorului însărcinat cu realizarea planului este mult mai complexă decît în industrie. Conducerea proceselor de construcție nu se mai poate baza numai pe intuiție și capacitatea de orientare a cadrelor, pe experiența și „flerul" acestora. Succesul conducerii depinde de posibilitatea și capacitatea de a extrage din masa enormă a informațiilor și datelor statistice, acele fapte care constituie esența fenomenelor. Experiența dobîndită în practica execuției trebuie obligatoriu însoțită de aptitudinea pentru analiză. În prezent, cei mai mulți conducători tratează problemele de analiză în mod formal și cel mai adesea global.

Este cunoscut faptul că numai conducătorul sectorului de execuție, directorul, prin pregătirea și competența sa profesională, are posibilitatea să cîntărească faptele și să aprecieze în mod just efectul deciziilor adoptate, să sesizeze interconexiunea dintre diferitele funcțiuni aparținînd întreprinderilor cooperatoare, să sesizeze rolul și contribuția compartimentului pe care îl conduce în îndeplinirea planului de stat.

În cele ce urmează se face prezentarea unor metode care ar putea fi folosite pentru recru-

tarea și pregătirea cadrelor de conducere. Amintim, printre altele, metoda efectuării studiilor și analizelor în grup, pe bază de tematică, metoda seminariilor pe problemele concrete ale producției în urma efectuării unui stagiu în diferite posturi de către cei vizați pentru funcțiile cheie ale întreprinderii, metoda îndeplinirii funcției de adjunct o perioadă de timp stabilită de la caz la caz și, în sfîrșit, metoda jocurilor de sinteză.

Ne oprim asupra acestei ultime metode, pe care o vom trata în cele ce urmează, și care își are originea în metoda folosită la întreprinderi industriale, prin recurgerea la așa numitele „*business games*" (jocuri de afaceri).

Un prim tip al acestei metode este jocul de sinteză. Întreprinderea de construcții, fiind un organism complex în continuă transformare și deci într-o permanentă organizare în concordanță cu problemele puse de realizarea unor obiective cu caracter de unicat, pune pe conducător în fața unui sistem dinamic cu elemente la un înalt nivel de dificultate organizatorică și tehnologică.

Crearea modelelor economice și organizatorice, care să cuprindă totalitatea problemelor pe care le pune conducerea proceselor de construcție, este dificilă dar realizabilă. Există posibilitatea de a se crea „în laborator" macheta organismului care va primi sarcina de a realiza un obiectiv al planului de investiții sau chiar al unui complex, adică să se realizeze un model pe care să se facă observațiile necesare și analiza interacțiunii factorilor. Analiza deciziilor posibile, influențate de caracterul aleatoriu al factorilor de intercondiționare, poate cuprinde o perioadă viitoare întinsă uneori pe toată durata prevăzută pentru execuția obiectivului sau a complexului. Așa, de exemplu, este posibil să se sesizeze frecvența cu care ar putea interveni influența factorilor negativi privind nelivrarea la timp a materialelor și utilajelor. S-ar putea determina de asemenea influența negativă a manifestărilor atmosferice asupra desfășurării procesului de producție în diferite perioade ale anului și deciziile ce ar trebui adoptate pentru adaptarea programului propus pentru tema jocului de conducere. Puse în fața situațiilor create ipotetic, cadrele participante la desfășurarea jocului vor trebui să dovedească spirit de analiză, inițiativă și decizie. Un joc de conducere pe model face sinteza unei întregi perioade, care poate fi de ordinul anilor. Prin urmare, în cele cîteva zile afectate pentru desfășurarea jocului, în care se pun situații care influențează negativ și deci produc perturbații în desfășurarea proiectată a procesului de construcție, participanții trebuie să se adapteze foarte repede, să facă față frecvenței de mare densitate a schimbărilor ipotetice luate în considerare, să-și reevalueze și să-și reconsidere deciziile, pentru a le pune în concordanță cu obiectivele propuse.

La elaborarea modelului care va servi pentru desfășurarea jocului va trebui să se țină seama de dificultățile reale, întîlnite și consemnate în activitatea de construcție și care se vor introduce ca probleme ale jocului. Ele trebuie inventariate, evaluate și integrate în jocul de sinteză. Printre aceste dificultăți amintim :

— dereglarea produsă de neritmicitatea livrării materialelor, prefabricatelor, elementelor preasamblate ;

— influența factorilor atmosferici în funcționarea utilajelor de construcție ;

— interacțiunea deciziilor luate de unitățile cooperatoare, care se găsesc în regim de subantrepriză ;

— necesitatea obiectivă a unui interval între decizie și execuție.

În afară de problemele puse în fața jucătorilor, mai trebuie luat în considerare și numărul foarte mare de grade de libertate pe care le are conducătorul și prin urmare participantul la joc, în materie de a decide asupra folosirii resurselor, mijloacelor financiare, în cadrul pe care-l permit reglementările actelor normative și prevederile globale ale planului de stat.

Să trecem în revistă sumar problemele amintite și care creează, de fapt, dificultățile cărora trebuie să le facă față jucătorii.

Să considerăm trei echipe participante la rezolvarea problemelor pe care le pune un joc de conducere, fiecare echipă aparținînd cîte unui șantier care trebuie să realizeze un obiectiv complex, a cărui începere este programată în luna X. Fiecărei echipe i se aduce la cunoștință conținutul proiectelor de execuție și al proiectului de organizare, termenele de livrare a utilajelor tehnologice, a principalelor materiale și, în special, ale celor de masă, termenul final și termenele intermediare mai importante, productivitatea muncii și sarcina de reducere a prețului de cost. Se mai pun la dispoziția jucătorilor resursele necesare rezultate la elaborarea proiectului de organizare.

Capacitatea de producție, exprimată de numărul și structura muncitorilor, numărul și caracteristicile utilajelor, este definită prin proiectul de organizare și corelată cu termenul planificat pentru execuția complexului.

Jucătorii au libertatea să modifice succesiunea tehnologică a activităților în funcție de necesitățile adaptării la diferitele dereglări luate în considerație, să stabilească programe operative și producția fizică și valorică pentru diferite perioade, metodele de execuție și de organizare, relațiile cu întreprinderile cooperatoare în regim de subantrepriză.

Fiecare echipă trebuie să asigure condiții pentru efort minim și soluții optime.

Modelul pe care se desfășoară jocul va conține numai elementele de bază ale organizării lucrărilor, timpul pus la dispoziție pentru rezolvarea tuturor problemelor jocului, regulile și modul de punctaj pentru evaluarea comportării jucătorilor.

Organizarea jocului pleacă de la ideea că :

— factorii care dereglează activitatea de construcție proiec-

tată au apariție și intensitate aleatoare ;

— frecvența apariției lor și a intensității efectelor poate fi determinată statistic, deci speranța matematică a probabilității apariției acestora poate fi calculată ;

— deciziile în materie de organizare a desfășurării lucrărilor pot fi optimizate prin metode matematice, iar soluțiile adoptate sînt în funcție de aptitudinile, experiența și atitudinea jucătorilor față de situațiile puse prin tematica jocului.

Putem admite două forme de jocuri de sinteză, de conducere :

— jocuri în care două sau trei echipe primesc separat datele problemelor și situațiilor ce se presupun de către inițiatori. În acest caz am avea de-a face cu jocuri de sinteză de tipul *concurs*, în care ar fi declarați cîștigători cei care rezolvă optim problemele puse ;

— jocuri de sinteză în care se întîlnesc două echipe cu rol de adversari, fiecare din ele punînd celeilalte probleme de situații raționale pentru crearea de dificultăți cărora echipa adversă va trebui să le facă față. Să numim acest al doilea tip, *joc de sinteză cu adversari raționali.*

În cele ce urmează se propune o sumară prezentare a modului cum ar trebui concepute și organizate fiecare din aceste două categorii de jocuri.

JOCUL DE SINTEZĂ DE TIPUL CONCURS

Să presupunem o problemă de organizare a unei întreprinderi de construcții care urmează să numească colectivul de conducere al unui șantier nou, pentru execuția unui complex.

Echipa care ar urma să fie numită pe funcțiile de conducere este alcătuită din șeful șantierului, inginerul șef, contabilul șef, șeful serviciului tehnic-producție și șeful serviciului organizării muncii și planificării. Numărul membrilor echipei poate varia de la caz la caz. Pentru organizarea jocului de sinteză de tipul concurs se alcătuiesc două sau trei echipe în care intră cei vizați pentru a alcătui viitoarele colective. Pot fi și situații în care ne propunem să urmărim comportarea unor colective deja constituite, care funcționează în cadrul a două sau trei șantiere distincte ale întreprinderii de construcții, cu scopul de a decide care din ele se dovedește capabilă să preia conducerea lucrărilor noului complex.

Este prezentat apoi de către conducătorul jocului regulamentul concursului, care va trebui să conțină :

— obiectivele jocului de sinteză ;

— durata propusă pentru execuție și durata jocului care nu va trebui să depășească 2 — 3 zile ;

— metodele de apreciere a comportării jucătorilor ;

— situațiile cărora jucătorii vor trebui să le facă față și care se vor enunța, de către conducător, în timpul desfășurării, alocîndu-se pentru fiecare în parte timpul necesar pentru soluționare.

Fiecare echipă primește proiectul de execuție complet, proiectul de organizare elaborat de întreprindere, graficul-rețea și programul de desfășurare calendaristică rezultat din graficul-rețea, materialele, utilajele și forța de muncă ce se pun la dispoziție pentru execuție, cu indicarea termenelor la care acestea vor intra pe șantier, indicatorul productivității muncii și al reducerii prețului de cost. În funcție de obiectivul urmărit, se pot pune la dispoziția echipelor și alte elemente.

Jocul de sinteză de tipul concurs ar trebui să urmărească următoarele obiective :

- capacitatea membrilor echipelor de a elabora o politică generală optimă de lungă durată ;

- capacitatea de a coordona producția de construcții în scopul asigurării uniformității și continuității în folosirea resurselor ;

- cunoașterea actelor normative cu conținut tehnic sau economic ;

- capacitatea de a lua hotărîri curente pentru adaptarea folosirii resurselor la situațiile create în scopul menținerii echilibrului și evitării înregistrării de cheltuieli neproductive ;

- capacitatea de aprofundare și analiză în timp foarte scurt ;

- posibilitatea evitării fenomenului de remanență a eforturilor. Acest ultim obiectiv se referă la constatarea că în construcții activitatea nu se desfășoară ritmic, cu intensitate constantă și că, de-abia la sfîrșitul unei perioade, de obicei la finele lucrării, se redă întreaga capacitate de lucru de care se dispune.

Aceste obiective se pot urmări și, prin urmare, evalua pe baza situațiilor ce se pun membrilor echipelor și în cadrul duratelor afectate pentru stabilirea soluțiilor.

La începerea jocului, membrii echipelor trebuie să cunoască ;

— conținutul proiectului de execuție și de organizare ;

— obiectivele jocului, pe care le-am enumerat în principiu mai sus ;

— programul și regulamentul de desfășurare, precum și metodologia de evaluare a comportării echipelor.

Se propune mai jos un model pentru un joc de sinteză de tip concurs programat pentru două zile, a cîte 8 ore. Se ia în considerare graficul-rețea rezultat la elaborarea programului de execuție a unui corp de ateliere din cadrul unui complex industrial. Activitățile sînt prezentate într-un tabel anexă care cuprinde datele de bază : duratele și costurile medii planificate, calculate conform prevederilor indicatoarelor de norme de deviz costurile marginale, denumite și *coeficienți de pantă* ai funcției cost-durată pentru fiecare activitate, indicele mediu de reducere a prețului de cost, forța de muncă pusă la dispoziție.

Echipele angajate în concurs mai trebuie să cunoască rezultatele obținute în activități similare pe alte șantiere, exprimate prin date de evidență statistică, și frecvența medie a acestora.

În desfășurarea jocului trebuie acceptate următoarele principii :

- deciziile luate de fiecare din echipele participante influențează pozitiv sau negativ rezultatele economice, deci ele au o eficiență economică ce trebuie exprimată valoric ;
- resursele care influențează rezultatele sînt forța de muncă și utilajele al căror consum, în unitatea de timp, constituie o problemă organizatorică asupra căreia concurenții pot acționa în sensul obținerii rezultatelor optime ;
- existența unui echilibru în folosirea resurselor, exprimat prin relația :

$$a + b = 1,$$

în care b este indicele care exprimă frecvența cu care s-a obținut nivelul optim de folosire a resurselor în activitatea precedentă similară și este rezultat din prelucrarea statistică a datelor din trecut ($b \leqslant 1$). Diferența $1 - b$ exprimă frecvența nivelului rezervelor de care s-ar dispune pentru activitățile din perioada următoare, adică cea pe care o luăm în considerare. Prin urmare $a = 1 - b$;

- existența unei remanențe a efortului în construcții, adică înregistrarea unei neutilizări a capacității de producție pe baza căreia se planifică indicatorul reducerii prețului de cost, în perioadele următoare ;
- existența posibilităților de reducere suplimentară a prețului de cost, în afara celei planificate, prin măsuri de raționalizare a organizării execuției ;
- existența unei tendințe de reducere a costurilor, determinată de interesul muncitorilor, deci în afara măsurilor indicate de conducerea tehnică.

Principiile de mai sus pot fi cuprinse într-o formulă de calcul care ne-ar putea da indicele prețului de cost al unei activități :

$$c_{ijt} = a\,(\alpha_{ijt} \pm \beta_{ijt} \pm \gamma_{ijt}) + b \cdot c_{ij(t-1)}$$

unde :

c_{ijt} este indicele costului activității i pentru echipa j în perioada t ;

α_{ijt} este indicele eficienței de bază determinat prin efectuarea raportului :

$\frac{C^p_{it}}{C^D_{it}} \gtreqqless 1$, C^p_{it} fiind costul planificat (costul stabilit conform prevederilor de deviz minus reducerea planificată a prețului de cost),

C^D_{it} fiind prețul de cost după deviz al activității i în perioada t.

β_{ijt} este indicele care exprimă sporul creșterii eficienței economice în baza măsurilor suplimentare luate de conducerea tehnică a lucrărilor, calculat cu formula :

$\beta_{ijt} = \frac{\Delta C_{ijt}}{C^p_{ijt}}$; unde ΔC_{ijt} este reducerea costurilor, urmare măsurilor organizatorice suplimentare.

γ_{ijt} este reducerea constantă a costurilor, urmare preocupărilor manifestate de muncitori ;

$c_{ij(t-1)}$ este indicele prețului de cost realizat în perioade precedente, el putînd fi supra- sau subunitar.

$a + b = 1$ exprimă echilibrul folosirii resurselor în construcții pentru cele două perioade considerate, t și $t-1$. Coeficientul b se poate determina statistic. Să presupunem că din 10 cazuri în care avem activități asemănă-

Tabelul 1

PROBLEMA	Timpul acordat pentru rezolvare	Activitățile afectate de situația pusă echipelor	Indicele c_{ijt}, al costului pt. fiecare activitate afectată	Indicele mediu de cost
1 Determinarea eficacității economice (c_{ijt}), a activităților cărora li se propune modificarea duratelor de execuție	180′			
2 În cea de-a 61-a zi de la începerea lucrărilor sistează livrarea oțelului beton Ø 20 fasonat centralizat. Sistarea durează 8 zile lucrătoare	60′			
3 În cea de-a 98-a zi de la începerea lucrărilor se defectează macaraua folosită pentru montarea prefabricatelor. Defecțiunea durează 4 zile	90′			
4 Sosirea echipei de electricieni pentru pozarea tubulaturii pentru instalații electrice întîrzie 10 zile	80′			
5 În intervalul de la 180–190 zile de la începerea lucrării se înregistrează temperaturi sub 5°	220′			
6 În ziua 230 se face probă la instalația de apă. Se constată deficiențe pentru lichidarea cărora sînt necesare 7 zile lucrătoare	90′			
7 În intervalul de la ziua 390–410 de la începerea lucrărilor se înregistrează o reducere cu 50% a numărului de mijloace de transport puse la dispoziția șantierului	120′			
8 Se înregistrează o întîrziere de 30 zile în livrarea echipamentului de condiționare a aerului	120′			
TOTAL	960′			

toare în 7 cazuri obţinem un indice $c_{ij(t-1)}$, de reducere a preţului de cost, optim. Aceasta înseamnă că în celelalte trei cazuri s-au înregistrat rezerve în folosirea resurselor. Prin urmare, $b = 0,7$ şi $a = 0,3$.

În jocurile de sinteză de tip concurs, echipelor li se propun situaţii şi li se acordă pentru rezolvare şi determinarea indicilor de eficienţă C_{ijt} ai fiecărei activităţi afectate de situaţiile puse, un timp exprimat în ore sau minute, în funcţie de gradul de complexitate al problemei.

Mai jos se dau, într-o enumerare, elementele unui exemplu care ar putea constitui modelul jocului de sinteză de tip concurs.

Să examinăm deciziile uneia din cele trei echipe concurente în situaţia de la punctul 4, care pune pe concurenţi în faţa unei probleme de reconsiderare a duratelor şi deci a redistribuirii forţei de muncă.

Întîrzierea sosirii pe şantier a electricienilor decalează începerea activităţii de tencuieli cu 10 zile. Activităţile afectate sînt :

— tencuieli (distribuite pe drumul critic) ;

— zidării şi tencuieli (distribuite pe succesiuni necritice) ;

— şapele de pardoseală (activităţi necritice) ;

— zugrăveli, vopsitorii (activităţi necritice).

Pentru a recupera întîrzierea activităţilor critice s-au mărit efectivele de tencuitori prin diminuarea rezervelor de timp ale activităţilor necritice. Procedînd astfel se vor modifica costurile activităţilor, în sensul că vor creşte pentru activităţile pentru care se măresc efectivele de muncitori şi vor scădea pentru activităţile necritice, cărora li se prelungeşte durata execuţiei.

Pentru activitatea *tencuieli* avem :

$$\alpha_{ijt} = \frac{49.500}{50.000} = 0,97$$ (conform proiectului de organizare înainte de ivirea situaţiei) ;

$$\beta_{ij} = + \frac{4.500}{49.500} = + 0,1$$ (după mărirea efectivelor de tencuitori se înregistrează o pierdere de 4 500 lei la preţul de cost planificat. Această valoare a fost determinată cu ajutorul costului marginal dat prin proiectul de organizare).

$$\gamma_{ijt} = - \frac{1.000}{49.500} = - 0,02$$ (se presupune o economie la costuri datorită preocupărilor manifestate de echipele de tencuitori) ;

$$c_{ij(t-1)} = 0,98$$
$$a = 0,65$$
$$b = 0,35$$

Aplicînd formula propusă obţinem :

$$c_{ijt} = 0,35\,(0,97 + 0,1 - 0,02) + 0,65 \times 0,98 = 0,368 + 0,637 = 1,005$$

În mod asemănător, se calculează c_{ijt} pentru toate activităţile afectate de modificarea termenelor de execuţie în funcţie de redistribuirea forţei de muncă.

În tabelul 2 se dau rezultatele comparative cu cele proiectate :

Indicii medii c_{ijt} se determină ca medie ponderată cu ajutorul costurilor C^D_{ijt} din ultima coloană a tabelului 2. Se constată că deciziile luate de echipa pe care am luat-o în discuţie nu realizează sarcina planificată de reducere a preţului de cost care, pentru grupul de activităţi luat în consideraţie, este exprimat de indicele 0,961. Indicele pe care-l realizează echipa este $0,966 > 0,961$. Aceasta datorită deciziei de a recupera întîrzierea într-o activitate cu pondere valorică mare, care se soldează cu cheltuieli mai mari decît cele prevăzute în deviz (indice $c_{ijt} = 1,005$).

Bineînţeles, problema este mai complexă. Întîrzierea produsă de nesosirea pe şantier a electricienilor cere redistribuirea formaţiei de muncitori, pe perioada celor 10 zile, pe alte activităţi, ceea ce ar putea modifica indicele c_{ijt} prezentat în tabelul 2.

O altă soluţie la problema pusă de situaţia considerată ar putea fi aceea a redistribuirii formaţiei de muncitori pregătită pentru realizarea activităţii critice (tencuieli), pe perioada celor 10 zile, pe alte activităţi pînă la crearea condiţiilor care fac posibilă începerea activităţii critice. În acest caz ar trebui menţinută durata proiectată pentru activitatea critică (tencuieli) şi să se ia decizia de a reduce durata altor activităţi critice.

Subliniem importanţa pe care o are, în alegerea soluţiilor, costul marginal, adică raportul

$$\frac{c^A_{ij} - c^N_{ij}}{D^A_{ij} - D^N_{ij}} = c_{ij}$$

Tabelul 2

Activităţile afectate de situaţia de joc propusă	c_{ijt} proiectat	c_{ijt} obţinut de jucători	Costul activităţii C^D_{ijt}
1. Tencuieli interioare critice	0,970	1,005	50.000
2. Tencuieli interioare necritice	0,97	0,90	15.000
3. Zidării	0,95	0,93	8.000
4. Şape	0,96	0,95	16.000
5. Zugrăveli — vopsitorii	0,94	0,94	18.000
Valoarea medie C_{ijt}	0,961	0,966	

unde c^A_{ij} şi c^N_{ij} sînt costurile la durata accelerată D^A_{ij} şi respectiv la durata normală D^N_{ij} a activităţii *ij*.

Rezultatele jocului de sinteză de tip concurs se înscriu în tabelul 1. Ele se determină după metodologia indicată. Indicii medii de cost din ultima coloană se compară cu indicii medii de cost programaţi prin proiectul de organizare a desfăşurării lucrărilor. Se declară cîştigătoare echipa care a realizat indicii medii cei mai mici.

JOCURI DE SINTEZĂ CU ADVERSARI RAŢIONALI

În acest tip de joc, care este asemănător cu cel prezentat anterior, participă două echipe aparţinînd cîte unei întreprinderi însărcinate cu realizarea

obiectivului complex. Fiecare din cele două echipe trebuie să se refere la acele activităţi din cadrul graficului-reţea care fac obiectul planului de producţie al întreprinderii sau şantierului respectiv. De exemplu, cele două echipe pot fi constructori şi instalatori.

Acest tip de joc poate fi folosit dacă cele două echipe aparţin aceluiaşi trust de construcţii, cum de fapt se întîmplă în cele mai multe cazuri.

Echipele îşi pun una alteia situaţii raţionale sub controlul şi îndrumarea conducătorului de joc, în funcţie de cunoştinţele acestora cu privire la frecvenţa cu care ar putea apărea diferite dificultăţi în execuţie. Cu acest prilej participanţii fac cunoştinţă cu eventualii factori de influenţă negativă care ar putea proveni din activitatea organizaţiilor de construcţii cooperatoare. Prin aceasta, echipele partenere îşi vor verifica capacitatea de colaborare şi de rezolvare a diferitelor probleme puse în timpul conlucrării pentru execuţia obiectivului complex.

Se pot organiza simultan două sau trei astfel de partide, fiecare punînd faţă în faţă, pentru acelaşi obiectiv, cîte două echipe de adversitate raţională.

BIBLIOGRAFIE

[1] PIERRE ROSENSTIEHL, ALAIN GHOUILA HOURI : *Decisions séquentielles et simulation* în „Les Choix Economiques". Dunod, Paris, 1960.

[2] M. SIMOND : *Simulation pour le perfectionnement des cadres dans les problemes de gestion*. Dunod, Paris, 1960.

[3] M. MANOLACHE : *Aplicarea teoriei jocurilor în construcţii*. Revista de Statistică 4/1970.

TABELE PENTRU CALCULUL CADRELOR ETAJATE SPAŢIALE AXIAL-SIMETRICE

Ing. **EINAR KEINTZEL**
Institutul de proiectare „Proiect Braşov"

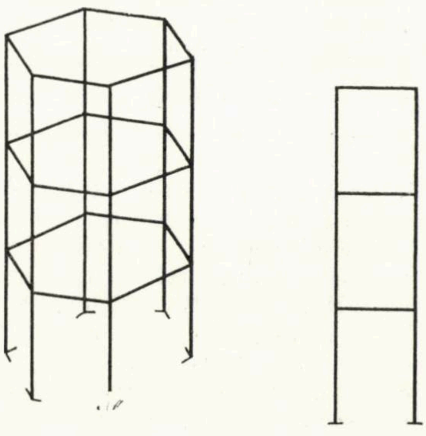
În [1] şi [4] se indică un calcul simplificat al cadrelor spaţiale axial-simetrice, formate din stîlpi şi inele de rigidizare (fig. 1) şi supuse la acţiunea sarcinilor orizontale, admiţînd următoarele ipoteze :

a. Inelele de rigidizare se consideră indeformabile în planul lor, ipoteză riguros adevărată după [5] pentru cazul sarcinilor date de cutremur şi vînt.

b. Se neglijează rigiditatea la răsucire a inelelor de rigidizare. Avînd în vedere rezultatele arătate în [3], conform cărora rigiditatea la răsucire a barelor din beton armat se reduce în mod substanţial în urma fisurării, această ipoteză apare foarte apropiată de realitate.

c. Raportul între lăţimea şi înălţimea secţiunii stîlpilor se alege în aşa fel, în funcţie de numărul de stîlpi m, încît, cu notaţiile din fig. 2, să fie satisfăcută relaţia :

$$\frac{h}{b} = \operatorname{tg}\frac{\varphi}{2},$$



a. b.

Fig. 1

unde

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m}.$$

După cum se arată în [1] şi [4], în cazul respectării ipotezei *c*, cadrul spaţial din fig. 1 *a* se poate reduce la un ansamblu de m cadre plane, de tipul aceluia din fig. 1 *b*, corespunzînd celor m feţe ale structurii reale, pentru momentul de inerţie al secţiunii stîlpului unui cadru plan introducîndu-se

$$I_S = \frac{b^4}{24}\cdot\frac{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}{\cos^2\frac{\varphi}{2}}. \qquad (1)$$

Ţinînd seama de faptul că o forţă orizontală P se va repartiza la stîlpii cadrului spaţial proporţional cu rigidităţile acestora faţă de direcţia de acţiune a sarcinii, în cele ce urmează se vor determina solicitările revenind celor m cadre plane în care se poate descompune cadrul spaţial, tabulînd rezultatele.

Calculul s-a efectuat considerînd cele două poziţii ale sarcinii orizontale faţă de cadru arătate în fig. 3 *a*, 3 *b* (ipoteza de încărcare I, ipoteza de încărcare II).

Se notează cu R_1 şi R_2 rigidităţile unui stîlp pe cele două direcţii principale 1, 2 (fig. 2), proporţionale cu momentele de

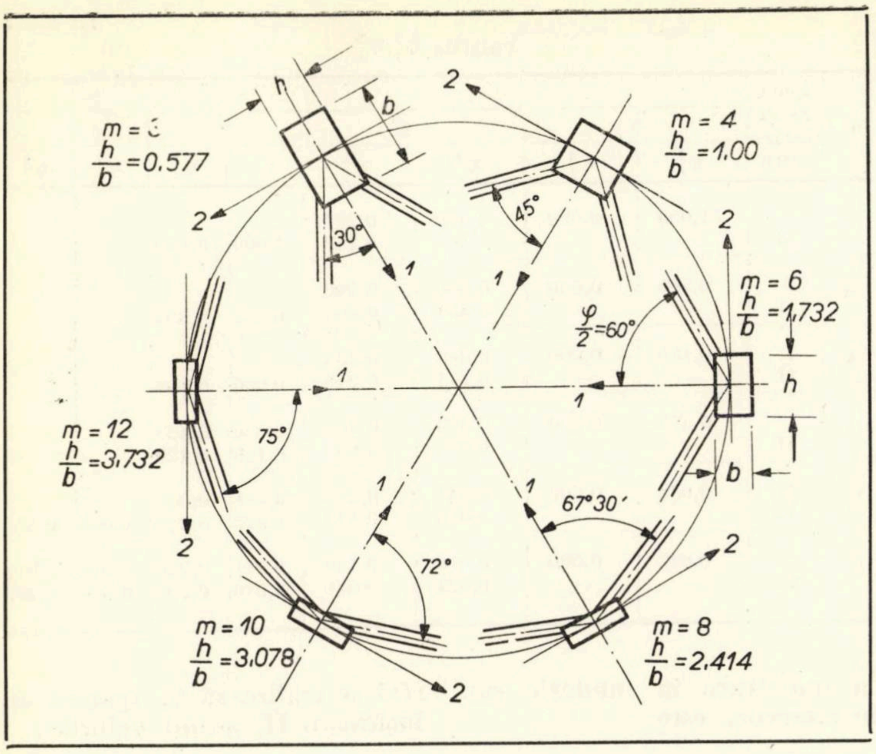


Fig. 2

inerţie principale ale secţiunii stîlpului. Valorile R_1 şi R_2, reprezentînd forţele ce corespund unei deplasări relative unitare a celor două capete ale stîlpului pe direcţia 1, respectiv pe direcţia 2, în cazul unei deplasări relative unitare a capetelor stîlpului pe direcţia forţei P, făcînd cu direcţia principală 1 a stîlpului unghiul α, stîlpul va fi acţionat, după [2], pe direcţia forţei P de forţa

$$R_u = R_1 \sin^2 \alpha + R_2 \cos^2 \alpha,$$

iar pe direcţia perpendiculară direcţiei forţei P de forţa

$$R_v = (R_1 - R_2) \sin \alpha \cos \alpha.$$

Punînd condiţia echilibrului tuturor acestor forţe, corespunzînd celor m stîlpi, şi a sarcinii exterioare P, s-au găsit forţele orizontale acţionînd fiecare stîlp al unui cadru etajat spaţial axial-simetric, iar descompunînd aceste forţe, aplicate în nodurile cadrului spaţial, după direcţiile feţelor concurente în nodul respectiv, s-au găsit forţele $\eta_{ij} P$, acţionînd cadrul plan corespunzînd feţei $i-j$ a cadrului spaţial. Folosind notaţiile nodurilor i, j din fig. 3a, b, se dau în tabelul 1 valorile η_{ij}.

Tabelul 1

Valorile η_{ij}

m	Ipoteza de încărcare	$i-j$: 0−1 (1′−1)	1−2	2−3	3−4
3	I	0,578	0,000		
	II	0,000	0,578		
4	I	0,354	0,354		
	II	0,000	0,500		
6	I	0,166	0,333		
	II	0,000	0,288		
8	I	0,096	0,232		
	II	0,000	0,089	0,375	
10	I	0,061	0,163	0,200	
	II	0,000	0,118	0,190	
12	I	0,043	0,118	0,161	
	II	0,000	0,083	0,144	0,167

Fiecare stîlp făcînd parte din două cadre plane, momentele acţionînd stîlpul j pe direcţiile sale principale 1 şi 2 se găsesc, proiectînd momentele în stîlp, corespunzînd celor două cadre plane concurente $i-j$ şi $j-k$, pe direcţiile 1, 2. Făcînd aceste proiecţii, rezultă că momentele M_j^1, M_j^2 în stîlpul j, acţionînd pe direcţiile 1, 2 ale stîlpului, sînt proporţionale cu valorile η_j^1, η_j^2, date în tabelul 2.

Calculul unui cadru spaţial etajat axial-simetric se poate efectua, în consecinţă, în modul următor:

Se calculează momentele M_r în riglele şi momentele M_s în stîlpii unui cadru plan, avînd configuraţia din fig. 1 *b*, încărcat cu sarcina orizontală care acţionează cadrul spaţial în ansamblu, considerînd că rigiditatea unei rigle a cadrului plan este egală cu cea a unei bare a inelului de rigidizare corespunzător între doi stîlpi, iar rigiditatea unui stîlp al cadrului plan se calculează pe baza momentului de inerţie (1).

Cunoscînd momentele M_r şi M_s, momentul într-o riglă a feţei $i-j$ a cadrului real are expresia:

$$M_{ij} = \eta_{ij} \cdot M_r \qquad (2)$$

iar momentele pe cele două direcţii ale stîlpului j au expresiile

$$M_j^1 = \eta_j^1 \cdot M_s \qquad (3)$$

$$M_j^2 = \eta_j^2 \cdot M_s \qquad (4)$$

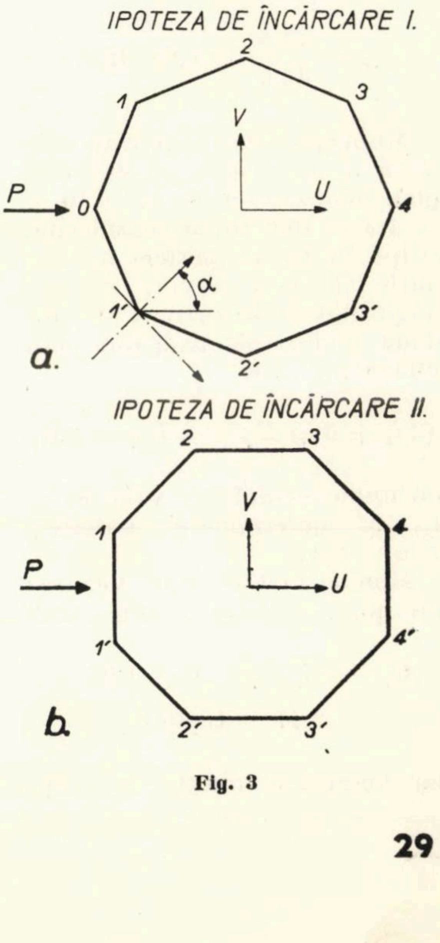


Fig. 3

Exemplu de calcul

Se calculează momentele maxime care apar în barele structurii de susținere a unui rezervor, compusă din 6 stîlpi și 2 inele de rigidizare (fig. 4) sub acțiunea unei sarcini orizontale de 10 t aplicată rezervorului. Stîlpii au secțiunea de 40 × × 70 cm (respectînd raportul $h/b = \text{tg}\, 60° = 1{,}732$), iar inelele de rigidizare au secțiunea de 30 × 50 cm. Înălțimea unui etaj este de 4,0 m, lungimea unei porțiuni a inelului de rigidizare între doi stîlpi este de 3,0 m.

Rigiditățile practice ale barelor cadrului plan înlocuitor se calculează după cum urmează :

— pentru riglă

$$I_r = \frac{3 \times 5^3}{12} = 31{,}2 \text{ dm}^4,$$

$$i_r = \frac{31{,}2}{30{,}0} = 1{,}04 \text{ dm}^3$$

— pentru stîlp

$$I_s = \frac{4^3}{24} \frac{\text{tg } 60°}{\cos^2 60°} = 73{,}8 \text{ dm}^4,$$

$$i_s = \frac{73{,}8}{40{,}0} = 1{,}85 \text{ dm}^3.$$

Momentul de încastrare perfectă al unui stîlp al cadrului plan înlocuitor fiind $\overline{M} = 10 \times 4/4 = 10{,}0$ tm și considerînd stîlpii încastrați perfect în fundații și în rezervor, ecuația unghiului de distorsiune al celor două noduri ale cadrului plan înlocuitor este

$$(2\, i_s + 6\, i_r)\, E\varphi - i_s E\, \varphi = 2\overline{M},$$

de unde rezultă, cu valorile i_r, i_s, $\overline{M}$ determinate anterior, $E\, \varphi = 2{,}47$.

Momentul într-o riglă a cadrului plan înlocuitor este deci

$$M_r = 6\, i_r\, E\varphi = 6 \times 1{,}04 \times \times 2{,}47 = 15{,}40 \text{ tm},$$

iar momentul maxim în stîlp,

Tabelul 2

Valorile η_j^1, η_j^2

m	Ipoteza de încărcare	j = 0: η_j^1	j = 0: η_j^2	j = 1: η_j^1	j = 1: η_j^2	j = 2: η_j^1	j = 2: η_j^2	j = 3: η_j^1	j = 3: η_j^2
3	I	1,000	0,000	0,500	0,289				
	II	—	—	0,500	0,289	1,000	0,000		
4	I	0,500	0,000	0,000	0,500				
	II	—	—	0,354	0,354	0,354	0,354		
6	I	0,166	0,000	0,083	0,433				
	II	—	—	0,144	0,249	0,000	0,498		
8	I	0,073	0,000	0,052	0,303	0,000	0,428		
	II	—	—	0,034	0,082	0,109	0,428		
10	I	0,038	0,000	0,031	0,213	0,011	0,346		
	II	—	—	0,036	0,112	0,022	0,293	0,000	0,361
12	I	0,022	0,000	0,019	0,156	0,011	0,270	0,000	0,311
	II	—	—	0,021	0,080	0,016	0,220	0,006	0,299

la încastrare în fundație sau în rezervor, este

$$M_s = \overline{M} + E\, i_s\, \varphi = 10{,}00 + + 1{,}85 \times 2{,}47 = 14{,}60 \text{ tm}.$$

Folosind relația (2) și tabelul 1, rezultă că momentul maxim într-o riglă a inelului de

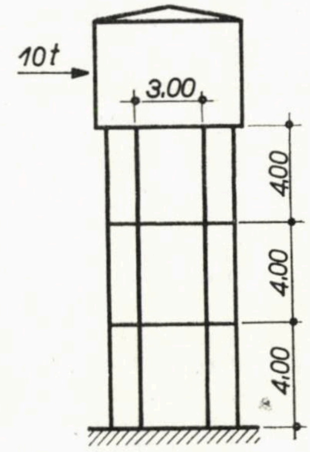


Fig. 4

rigidizare se realizează în ipoteza de încărcare I, avînd valoarea

$$M_{r\ max} = 0{,}333 \times 15{,}40 = = 5{,}12 \text{ tm},$$

iar folosind relațiile (3), (4) și tabelul 2 rezultă că momentele maxime într-un stîlp al cadrului real se realizează în ipoteza de încărcare II, avînd valorile :

$$M^1_{s\ max} = 0{,}144 \times 14{,}60 = = 2{,}10 \text{ tm (pe direcția radială)}$$

$$M^2_{s\ max} = 0{,}498 \times 14{,}60 = = 7{,}26 \text{ tm (pe direcția tangențială)}.$$

Comparînd valorile acestor momente, se constată că dispunerea dimensiunii mari a stîlpului pe direcția tangențială este justificată.

BIBLIOGRAFIE

[1] ANASTASESCU D., MUNTEANU I. : *Cadre spațiale de tip turn.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții 3/1963.

[2] HANGAN M. : *Construcții de beton armat.* București, Editura tehnică, 1963.

[3] LEONHARDT F. : *Zur Frage der Übereinstimmung von Berechnung und Wirklichkeit bei Tragwerken aus Stahlbeton und Spannbeton.* Konstruktiver Ingenieurbau. Beiträge zur Berechnung, Konstruktion und Ausführung, Düsseldorf, Editura Werner, 1967.

[4[MÎRȘU O., FRIEDRICH R. : *Construcții speciale de beton armat.* Timișoara, Institutul Politehnic, 1969.

[5] MUTAFOLO M. : *Contribuții la calculul turnurilor spațiale etajate axial-simetrice.* București, 1959.

TRASAREA CURBEI NORMATIVE PRIN FOLOSIREA FUNCȚIEI DE REGRESIE LINIARĂ

Ing. **MIRCEA GÎRLEȘTEANU**

Normativele de muncă întocmite pentru normarea tehnică a muncii sînt mărimi stabilite pe bază de studii pentru anumite condiții tehnice și organizatorice ale duratei elementelor componente ale procesului de muncă.

Elaborarea normativelor de muncă se desfășoară, în general, în trei etape:

Etapa I, de pregătire a acțiunii de elaborare și proiectare a procesului de producție rațional;

Etapa II, de stabilire a normativelor de muncă;

Etapa III, de verificare, redactare definitivă și aprobare.

Din etapa II fac parte:

— efectuarea observărilor asupra procesului de producție prin măsurarea timpului cu una din metodele: cronometrare, fotografiere, fotocronometrare sau observare instantanee etc;

— prelucrarea și analiza materialelor rezultate din observări;

— prelucrarea matematică a datelor primare.

În cele ce urmează se face un studiu comparativ între metodologia clasică de prelucrare matematică a rezultatelor observărilor pentru trasarea curbei normative și metoda care folosește funcția de regresie liniară.

Curbele normative sînt folosite atît pentru prezentarea normativelor de muncă sub formă de tabel, cît și pentru determinarea directă a timpului.

★

La înscrierea rezultatelor observărilor în graficul cu scări liniare se ajunge întotdeauna la o dispersie a punctelor pe ambele părți ale curbei normative ce se trasează. Dispersia punctelor față de curba normativă este normală și se datorește inexactității măsurătorilor sau influenței anumitor factori secundari, de care nu s-a ținut seama.

a) Procedeul clasic este următorul:

Se trec în grafic, în ordine crescătoare, valorile x ale variabilei independente și valorile corespunzătoare y ale variabilei dependente; adică valorile lui x se reprezintă prin distanța punctului față de originea măsurată pe abscisă, iar valorile y prin distanța acelorași puncte față de origine, măsurată pe ordonată.

Se calculează media aritmetică x_{med} și y_{med} a valorilor x și y. Prin punctul cu coordonatele x_{med} și y_{med} trebuie să treacă dreapta (curba) normativă.

Fie unghiul α pe care această dreaptă îl face cu axa absciselor. Pentru determinarea unghiului α, toate punctele se împart în două grupe:

Prima grupă, cu valorile x' mai mici ca x_{med}, și a doua grupă, cu valorile x'' mai mari ca x_{med} cărora le corespund valorile y', respectiv y''.

Pentru fiecare grupă se calculează valorile medii aritmetice, adică:

$$x'_{med} \text{ și } x''_{med}, \text{ respectiv } y'_{med} \text{ și } y''_{med}.$$

Prin cele trei puncte determinate de coordonatele (x_{med}, y_{med}), (x'_{med}, y'_{med}) și (x''_{med}, y''_{med}) se trasează o dreaptă, care formează cu axa absciselor unghiul α, al cărui coeficient unghiular (a) se determină prin relația:

$$a = \frac{y''_{med} - y'_{med}}{x''_{med} - x'_{med}}.$$

La prelucrarea datelor în coordonate cu scări liniare, funcția matematică $y = f(x)$ se exprimă prin ecuația:

$$y = ax + b.$$

b) Se presupune (la fel ca la punctul *a*) că datele culese se pot reprezenta printr-o ecuație liniară de forma:

$$y = ax + b$$

Valorile caracteristicii rezultative y se dau ca funcție numai de factorul x, toți ceilalți factori considerîndu-se constanți și exprimîndu-se ca medii prin coeficienții a și b, astfel ca valorile de timp $\overline{y}$ pentru fiecare valoare independentă respectivă a lui x să cadă pe o linie dreaptă.

Metoda se reduce, din punct de vedere matematic, la determinarea celor două constante a

şi b, care rezultă din următorul sistem de ecuaţii:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} S_i = nb + a \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} S_i x_i = b \sum_{i=1}^{n} x_i + a \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{cases} \quad (1)$$

în care:

a este coeficientul care determină direcţia dreptei
b — valoarea punctului de intersecţie a curbei (dreapta normativă) cu axa $o' - y'$
x_i — variabila care intervine
S_i — şirul de valori iniţiale

Pentru rezolvarea cît mai simplă a sistemului de ecuaţii (1) se va proceda astfel:

— valorile variabilei x_i se vor lua constante şi se vor considera ca unitare;

— axa ordonatelor $o' - y'$ se va lua prin mijlocul şirului de valori, astfel încît să dea pentru x_i valorile $+1$, $+3$, $+5\ldots$, respectiv -1, -3, $-5\ldots$, în cazul cînd se dispune de un număr par de variabile, şi valorile 1, 2, 3..., respectiv -1, -2, $-3\ldots$, în cazul cînd valorile sînt impare.

Trebuie avut în vedere că o unitate de variabile pentru cazul par de variabile este jumătate faţă de cazul impar.

Prin acest procedeu rezultă evident:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 0$$

şi de aici $b \sum_{i=1}^{n} x_i = 0$ şi $a \sum_{i=1}^{n} x_i = 0$ iar din ecuaţia (1) se obţin următoarele valori pentru a şi b:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n} \quad \text{şi} \quad a = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i\, x_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$$

★

În cele ce urmează se va rezolva un exemplu practic prin cele două metode:

Fie următoarele date pentru dependenţa timpului faţă de distanţa deplasării, considerînd greutatea constantă ($Q_c = 17$ kg) din tabela 1

TABELA 1

$T=f(l)$	l	1,0	2,8	4,6	6,4	8,2	10,0
	T	0,20	0,25	0,31	0,36	0,42	0,47

a) Prin metoda clasică:

Se reprezintă datele în figura 1

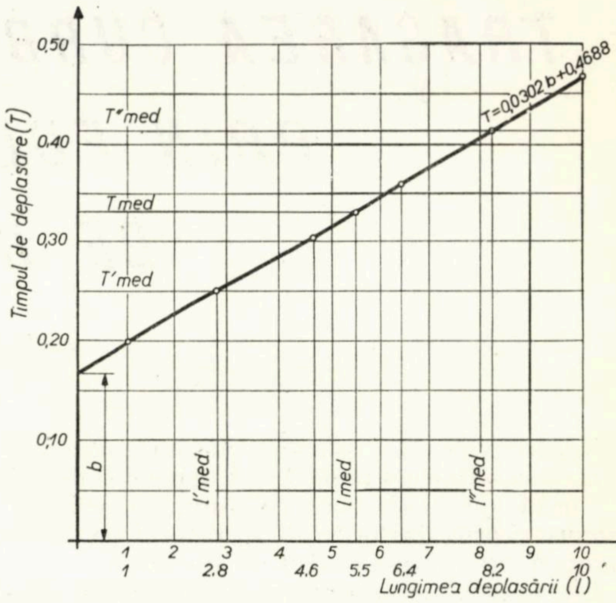


Fig. 1 — Trasarea curbei normative prin procedeul clasic

$$T_{med} = \frac{0{,}20+0{,}25+0{,}31+0{,}36+0{,}42+0{,}47}{6} = \frac{2{,}01}{6} = 0{,}335$$

$$l_{med} = \frac{1+2{,}8+4{,}6+6{,}4+8{,}2+10}{6} = \frac{33}{6} = 5{,}5$$

$$T'_{med} = \frac{0{,}20+0{,}25+0{,}31}{3} = \frac{0{,}76}{3} = 0{,}2533$$

$$T''_{med} = \frac{0{,}36+0{,}42+0{,}47}{3} = \frac{1{,}25}{3} = 0{,}4166$$

$$l'_{med} = \frac{1+2{,}8+4{,}6}{3} = \frac{8{,}4}{3} = 2{,}8$$

$$l''_{med} = \frac{6{,}4+8{,}2+10}{3} = \frac{24{,}6}{3} = 8{,}2.$$

Valoarea coeficientului unghiular al curbei normative se determină prin relaţia:

$$a = \frac{y''_{med} - y'_{med}}{x''_{med} - x'_{med}} = \frac{T''_{med} - T'_{med}}{l''_{med} - l'_{med}} = \frac{0{,}4166 - 0{,}2533}{8{,}2 - 2{,}8} = \frac{0{,}1633}{5{,}4} = 0{,}0302.$$

Timpul (T) necesar deplasării pieselor în funcţie de distanţa deplasării (l) se determină prin relaţia:

$$T = al + b$$

în care b este segmentul de pe axa ordonatelor între originea axelor și are valoarea :

$$0{,}2533 - 2{,}8 \times 0{,}0302 = 0{,}1688.$$

Înlocuind valorile obținute, se obține :

$$T = 0{,}0302\, l + 0{,}1688.$$

b) Folosind funcția de regresie liniară, se reprezintă datele în figura 2

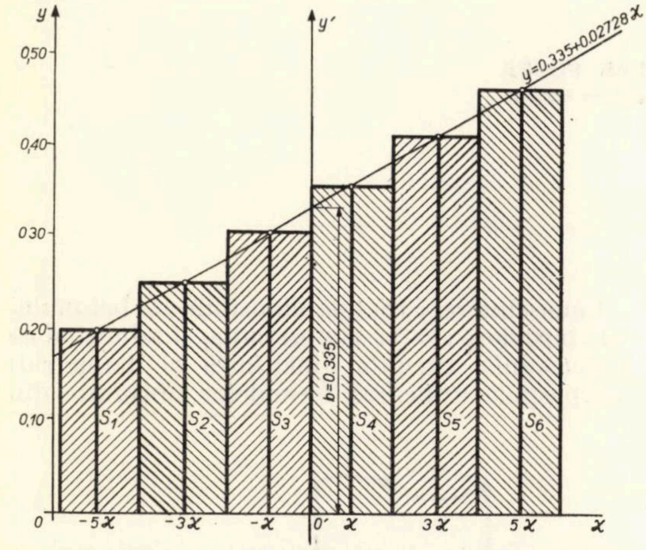


Fig. 2 — Trasarea curbei normative prin folosirea funcției de regresie liniară

Coeficientul care determină direcția dreptei (coeficientul unghiular)

$$a = \frac{\sum_{1}^{n} S_i\, x_i}{\sum_{1}^{n} x_i^2} = \frac{-5\times0{,}20-3\times0{,}25-1\times0{,}31+1\times0{,}36+3\times0{,}42+5\times0{,}47}{25+9+1+1+9+25} = \frac{1{,}91}{70} = 0{,}02728.$$

Valoarea punctului de intersecție a dreptei normative cu axa $o' - y'$

$$b = \frac{S_i}{n} =$$

$$= \frac{0{,}20 + 0{,}25 + 0{,}31 + 0{,}36 + 0{,}42 + 0{,}47}{6} =$$

$$= 0{,}335.$$

Timpul (y) necesar deplasării în funcție de distanța (x) se determină prin funcția de regresie liniară :

$$y = 0{,}335 + 0{,}027\, x.$$

Calculul valorilor celor 6 puncte se reprezintă în tabela 2, comparativ prin cele două metode.

În concluzie, se apreciază că metoda trasării curbei normative prin folosirea curbei de regresie liniară este cu mult mai simplă, mai puțin laborioasă, putînd fi aplicată în cazurile cînd variațiile valorilor de pe axa absciselor se fac succesiv și în echivalori, cu rezultate mai operative decît metoda clasică.

Metoda propusă, legată de folosirea analizei de regresie cere deci un volum de muncă mai mic, dînd posibilitatea de a determina o serie de valori în afara cronometrărilor și de a regulariza norma de timp operativă brută.

Calculul coeficientului de corelație arată dacă între variabile există o bună relație liniară. Ecuațiile de corelație, după unii autori [1], obținute ca rezultat al analizei matematice, dau posibilitatea, atunci cînd se trece la un proces tehnologic nou sau la un nou fel de producție, de a se determina datele necesare fără observații de cronometrare.

TABELA 2

$T = a \cdot l + b$				T	$y = ax + b$				y
a	l	$a \times l$	b		a	x	$a \times x$	b	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,0302	1,0	0,0302	0,1688	0,1990	0,02728	−5	−0,1364	0,335	0,1986
0,0302	2,8	0,08456	0,1688	0,2533	0,02728	−3	−0,08184	0,325	0,25316
0,0302	4,6	0,1389	0,1688	0,3077	0,02728	−1	−0,02728	0,335	0,30772
0,0302	6,4	0,19328	0,1688	0,3621	0,02728	+1	0,02728	0,335	0,36228
0,0302	8,2	0,24764	0,1688	0,4164	0,02728	+3	0,08184	0,335	0,41684
0,0302	10	0,302	0,1688	0,4708	0,02728	+5	0,1364	0,335	0,4714

BIBLIOGRAFIE

[1] Abramovici A., Pooedimski : *Folosirea metodelor statistice la normarea muncii.* Soțialisticeski trud, nr. 5/1970.

[2] Thrun W. : *Aplicarea metodei regresiei liniare accelerează culegerea datelor de normare.* Industrial Engineering, SUA, august 1969.

[3] Lang I,, Meissner H. : *Cercetarea factorilor nemăsurabili sau greu măsurabili ai productivității muncii.* Arbeitsökonomik, nr. 6, Sept. 1967.

[4] Yule G., Mc. Rendal : *Introducere în teoria statisticii.*

[5] * * * *Metodologia elaborării normativelor de muncă.* CSMS, 1965.

Structurări noi ale metodelor de calcul în vederea folosirii calculatoarelor cifrice în proiectare

Prof. dr. ing. **NICOLAE POSEA**
Institutul de petrol, gaze şi geologie Bucureşti

Introducerea calculatoarelor cifrice în practica de proiectare, cu toate avantajele ei deosebite privind optimizarea soluţiilor şi obţinerea unor mari economii de materiale şi timp de lucru, este strîns legată de structurarea metodelor de calcul sub o formă convenabilă posibilităţilor ordinatoarelor. Un model elocvent în această privinţă, pentru unele probleme din calculul structurilor, îl constituie articolul. „*Étude de quelques problèmes de structure en vue de leur traitement par le calcul automatique*", scris de prof. ing. M. Albigès şi doctor inginer W. A. Jalil în „Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics" nr. 279, martie 1971, seria „Théories et Méthodes de calcul" nr. 135.

În această lucrare, autorii prezintă procedee de calcul noi pentru multe probleme importante din teoria structurilor de rezistenţă ale construcţiilor, dezvoltate pe baza metodei de recurenţă, în care un anumit grup de operaţii se repetă pînă la obţinerea soluţiei căutate.

O examinare atentă a problemelor din această lucrare, atît ca informare ştiinţifică, cît şi ca orientare şi deprindere a modului nou în care trebuie abordate problemele de calcul, o consider deosebit de utilă pentru proiectanţii noştri, care, în viitorul apropiat, vor avea un acces la multiplele centre de calcul ce vor lua fiinţă pe lîngă institute de proiectări, institute de învăţămînt superior şi centre judeţene.

În continuare se va face o examinare succintă a problemelor principale din lucrarea menţionată, respectînd denumirile capitolelor şi o parte a notaţiilor adoptate de autori.

1. Determinarea profilului optim al unui turn de revoluţie

Se consideră un turn de revoluţie de beton supus greutăţii proprii şi acţiunii vîntului, pentru care se cere forma suprafeţei mediane $y(x)$ şi grosimea peretelui $e(x)$ pornind de la o secţiune de origine unde se dau y_0 şi e_0 (fig. 1).

Cunoscînd rezistenţele admisibile ale betonului σ la întindere ; σ' la compresiune, şi admiţînd că dimensiunile turnului (înălţimea şi diametrul) fac posibilă aplicarea formulelor obişnuite din

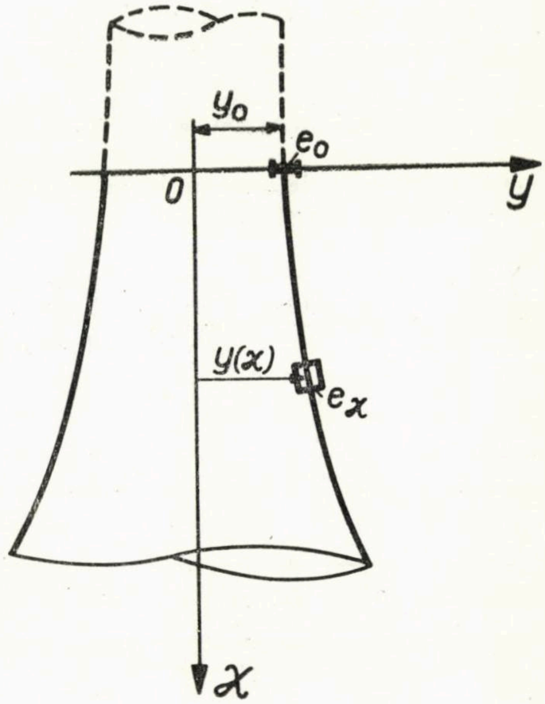


Fig. 1

Rezistenţa materialelor pentru cazul compresiunii excentrice, în fibrele extreme ale unei secţiuni oarecari, trebuie îndeplinite condiţiile :

$$\frac{N}{2\pi y \cdot e} - \frac{M}{\pi y^2 e} = -\sigma$$

$$\frac{N}{2\pi y \cdot e} + \frac{M}{\pi y^2 e} = \sigma' \tag{1}$$

unde N, M sînt forţa axială, respectiv momentul încovoietor din secţiunea respectivă. (Se re-

cunoaşte că grosimea peretelui a fost considerată mică în raport cu diametrul turnului şi astfel aria secţiunii are expresia $A = 2\pi y \cdot e$, iar modulul de rezistenţă $W = \pi y^2 e$).

Notînd greutatea specifică a betonului $\overline{\omega}$ şi presiunea vîntului pe unitatea de suprafaţă h, relaţiile diferenţiale între eforturi şi încărcări iau forma :

$$\frac{dN}{dx} = 2\pi\overline{\omega}\cdot y.\, e\,; \quad \frac{d^2M}{dx^2} = \frac{dT}{dx} = 2hy \qquad (2)$$

Notînd :

$$\beta = \frac{2\overline{\omega}}{\sigma' - \sigma} \qquad (3)$$

$$\alpha = \frac{4h}{\pi\, y_0\, e_0\,(\sigma + \sigma')} \qquad (4)$$

prin eliminarea eforturilor N, M din relaţiile (1) şi (2) se obţine ecuaţia diferenţială

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 2\beta\frac{dy}{dx} + (\beta^2 - \alpha e^{-\beta x})\, y = 0 \qquad (5)$$

a cărei soluţie conduce la forma optimă a suprafeţei mediane a turnului.

Introducînd transformarea

$$X = \beta x \qquad (6)$$

ecuaţia (5) devine :

$$\frac{d^2y}{dX^2} + 2\frac{dy}{dX} + \left(1 - \frac{\alpha}{\beta^2}e^{-X}\right) y = 0 \qquad (7)$$

care se poate rezolva prin folosirea integralelor Bessel.

O soluţionare avantajoasă a ecuaţiei (7) se obţine prin transformarea acesteia în diferenţe finite, ajungîndu-se la formula de recurenţă :

$$y_{i+1}(1 + \Delta X) = \left[2 - (\Delta X)^2\left(1 - \frac{\alpha}{\beta^2}e^{-X_i}\right)\right] y_i - (1 - \Delta X)\, y_{i-1} \qquad (8)$$

în care y_{i+1}, y_i, y_{i-1} sînt razele turnului în punctele corespunzătoare abscriselor $X_{i+1} = X_i + \Delta X$, X_i, $X_{i-1} = X_i - \Delta X$. Dacă intervalul ΔX este mic atunci formula de iteraţie (8) se transformă în

$$y_{i+1} = \left[2 - 2\Delta X - (\Delta X)^2\left(1 - \frac{\alpha}{\beta^2}e^{-X_i}\right)\right] y_i - (1 - 2\Delta X)\, y_{i-1} \qquad (9)$$

care începe să fie aplicată după cunoaşterea lui y_0 (raza în origine) şi valoarea

$$y_1 = y_0 + \left[- y_0 + \frac{\alpha}{2\beta h}\, T\,(0)\right]\Delta X \qquad (10)$$

unde $T(0)$ reprezintă forţa tăietoare în secţiunea adoptată ca origine.

După obţinerea profilului turnului se obţine grosimea optimă a peretelui din relaţia :

$$y^2\, e = \frac{2\,M}{\pi(\sigma + \sigma')} \qquad (11)$$

dedusă direct din condiţiile (1) sau din relaţia

$$y\cdot e = y_0\, e_0\, e^X \qquad (11')$$

obţinută, de asemenea din (1) şi (2) prin anumite transformări elementare.

Metoda prezentată este însoţită de o aplicaţie numerică pentru un turn de 240 m înălţime pentru care originea s-a luat la distanţa de 140 m de la vîrf, deoarece pe această lungime turnul este cilindric şi are grosimea constantă. Se înţelege că întreg calculul a fost efectuat de către un ordinator.

Pentru tipul de turn considerat sînt analizate şi alte cazuri ca : determinarea profilului optim cînd se cunoaşte rezistenţa la compresiune şi variaţia grosimii peretelui ; stabilirea grosimii optime a peretelui cînd este dat profilul etc.

2. *Instabilitatea formei. Eforturi de ordinul doi*

În acest capitol autorii analizează cazurile de instabilitate în teoria de ordinul doi pentru turnuri de revoluţie, cadre simetrice, cadre nesimetrice şi cadre cu rigle foarte dese de rigiditate mare sau mică.

Rezolvarea tuturor acestor probleme, cu particularităţi evident diferite, este sistematizată în mod ingenios sub forma unor expresii de recurenţă asupra deformaţiilor sau asupra eforturilor, uşor de programat la un calculator cifric.

2.1. Cazul turnurilor de revoluţie

Se alege originea axelor în vîrful turnului cu axa ox drept axă de rotaţie dirijată spre bază (fig. 2, a), şi se împarte turnul în tronsoane egale, de lungime Δx. Tronsonul i (fig. 2 a) este

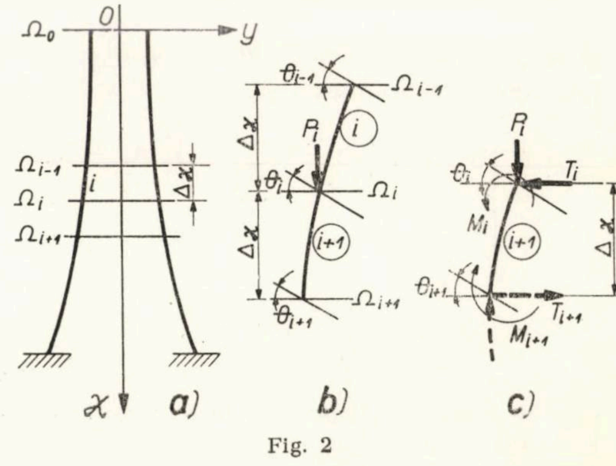


Fig. 2

limitat de secțiunile Ω_{i-1} și Ω_i, ale căror momente de inerție sînt I_{i-1}, respectiv I_i. Se consideră turnul supus concomitent la greutatea proprie, la acțiunea vîntului și la efectul de însoleiere, care pentru tronsonul i se exprimă prin variația unghiulară α_i dintre secțiunile Ω_{i-1} și Ω_i.

Se consideră două elemente vecine i, $i+1$ (fig. 2 b), fiecare avînd lungimea Δx, atît de mică încît forța tăietoare T_i și momentul încovoietor M_i, pe fiecare din elemente se pot admite constante.

În această situație, variația rotirilor dintre capetele elementelor (fig. 2. b) se exprimă prin relațiile:

$$\theta_i - \theta_{i-1} = \frac{M_i}{EI_i}\Delta x + \alpha_i$$
$$\theta_{i+1} - \theta_i = \frac{M_{i+1}}{EI_{i+1}}\Delta x + \alpha_{i+1} \qquad (12)$$

Considerînd separat elementul $i+1$ (fig. 2, c) pe care s-au reprezentat forța tăietoare T_i dată de vînt și forța normală P_i, reprezentînd greutatea tuturor elementelor de deasupra secțiunii Ω_i, din scrierea ecuației de momente pe forma deformată a elementului rezultă:

$$M_{i+1} - M_i = -P_i\,\theta_i\,\Delta x + T_i\,\Delta x \qquad (13)$$

Notînd $\rho_i = I_i/I_{i+1}$, din eliminarea momentelor încovoietoare M_i, M_{i+1} între relațiile (12) și (13) se obține relația de recurență:

$$\theta_{i+1} = \left[1 + \rho_i\left(1 - \frac{P_i(\Delta_x)^2}{EI_i}\right)\right]\theta_i - \rho_i\,\theta_{i-1} + \rho_i\frac{T_i(\Delta x)^2}{EI_i} + \alpha_{i+1} - \rho_i\,\alpha_i \qquad (14)$$

care permite determinarea tuturor rotirilor pornind de la rotirile θ_0 și θ_1 ale primelor două secțiuni ale turnului.

Întrucît θ_1 poate fi exprimat în funcție de θ_0 rezultă că relația de recurență (14) poate fi scrisă sub forma:

$$\theta_{i+1} = A_{i+1}\,\theta_0 + B_{i+1} \qquad (15)$$

în care coeficienții A_{i+1}, B_{i+1} sînt dați de expresiile de recurență:

$$A_{i+1} = \left[1 + \rho_i\left(1 - \frac{P_i(\Delta x)^2}{EI_i}\right)\right]A_i - \rho_i A_{i-1}$$
$$B_{i+1} = \left[1 + \rho_i\left(1 - \frac{P_i(\Delta x)^2}{EI_i}\right)\right]B_i - \rho_i B_{i-1} + \rho_i\frac{T_i(\Delta x)^2}{EI_i} + \alpha_{i+1} - \rho_i\,\alpha_i \qquad (16)$$

care se deduc cu ușurință prin folosirea relației (14).

Din condiția la limită la baza turnului, unde rotirea

$$\theta_n = A_n^{\cdot}\,\theta_0 + B_n^{\cdot} \qquad (17)$$

este nulă în cazul unei încastrări perfecte sau dependente de momentul încovoietor în cazul unei tasări a fundației, se determină valoarea θ_0.

Avînd valoarea θ_0 se determină succesiv rotirile tuturor secțiunilor și apoi momentele încovoietoare cu ajutorul relațiilor (12).

Se precizează că atunci cînd coeficientul A_n tinde către zero, valoarea θ_0, în cazul turnului încastrat la bază ($\theta_n = 0$), tinde către infinit, ceea ce indică o stare de instabilitate. In consecință, din studiul variației termenului $A_n^{\cdot}$ se poate obține sarcina critică de flambaj, precum și înălțimea maximă a turnului de la care se produce flambajul elastic.

Procedeul expus pentru determinarea eforturilor în teoria de ordinul doi și a sarcinii critice de flambaj se poate aplica și în cazul unor turnuri din beton armat, cu neglijarea părții întinse a betonului, prin considerarea numai a momentului de inerție al secțiunii active, constituite din armătură și zona comprimată a betonului.

Metoda prezentată este însoțită de o aplicație numerică pentru un turn de 198 m, secțiunea fiind variabilă pe o lungime de 88 m începînd de la bază.

2.2. Cazul cadrelor

Deși articolul menționat analizează separat cadrele simetrice și cele nesimetrice, se va prezenta în continuare numai cazul cadrelor nesimetrice, deoarece cazul cadrelor simetrice se poate obține prin particularizarea celor nesimetrice.

Se consideră un cadru etajat, cu o singură deschidere (fig. 3, a), acționat cu forțe verticale

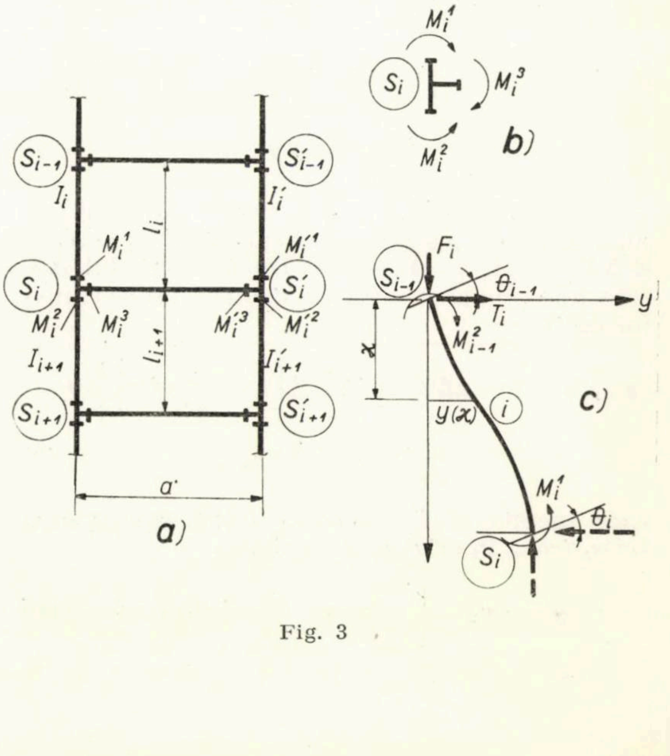


Fig. 3

numai la noduri. Nodurile stîlpului din stînga se notează în ordine S_{i-1}, S_i, S_{i+1}, începînd de la partea de sus a cadrului, şi ale celui din dreapta în mod asemănător dar cu semnul prim (′) la litera respectivă. Momentul de inerţie al fiecărui stîlp se consideră constant între două noduri, dar el variază de la un etaj la altul. Momentele încovoietoare în jurul unui nod S_i ne notează ca în figura 3b.

Izolînd stîlpul i (fig. 3c) şi folosind ecuaţia obişnuită a fibrei medii deformate pentru o bară, în teoria de ordinul doi se obţine ecuaţia diferenţială :

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{M(x)}{EI_i} = -\frac{F_i}{EI_i} y + \frac{T_i}{EI_i} x + \frac{M^2_{i-i}}{EI_i} \quad (a)$$

a cărei soluţie, dacă se notează

$$k_i^2 = \frac{F_i}{EI_i}, \quad (18)$$

unde F_i este forţa axială pe tronsonul i, este

$$y(x) = A \cos k_i x + B \sin k_i x + \frac{T_i}{F_i} x = \frac{M^2_{i-1}}{F_i}. \quad (b)$$

Din condiţiile la limită pentru $x = 0$, unde $y = 0$ şi $\frac{d y}{d x} = \theta_{i-1}$ se deduc constantele A, B şi apoi expresia finală a deplasării pentru o secţiune curentă

$$y(x) = \frac{M^2_{i-1}}{F_i}(1 - \cos k_i x) + \frac{T_i}{k_i F_i}(k_i x - \sin k_i x) + \frac{\theta_{i-1}}{k_i} \sin k_i x. \quad (19)$$

$$[A_i] = \begin{bmatrix} \cos u_i \frac{(1 - \cos u_i) \sin u_i}{k_i F_i D_i} & \frac{(1 - \cos u_i) \sin u_i'}{k_i' F_i D_i} & \frac{k_i}{F_i}\left[\sin u_i - \frac{(1 - \cos u_i)^2}{k_i F_i D_i}\right] & \frac{(1 - \cos u_i)\ (1 - \cos u_i')}{F_i F_i' D_i} \\ \frac{(1 - \cos u_i') \sin u_i}{k_i F_i' D_i} & \cos u_i' - \frac{(1 - \cos u_i') \sin u_i'}{k_i' F_i' D_i} & \frac{(1 \cos u_i')(1 - \cos u_i)}{F_i' F_i D_i} & \frac{k_i'}{F_i'}\left[\sin u_i' - \frac{(1 - \cos u_i')^2}{k_i' F_i' D_i}\right] \\ -\frac{F_i \sin u_i}{k_i}\left(1 - \frac{\sin u_i}{k_i F_i D_i}\right) & \frac{\sin u_i \sin u_i'}{k_i' k_i D_i} & \cos u_i - \frac{(1 - \cos u_i) \sin u_i}{k_i F_i D_i} & \frac{\sin u_i (1 - \cos u_i')}{k_i F_i' D_i} \\ \frac{\sin u_i' \sin u_i}{k_i k_i' D_i} & -\frac{F_i' \sin u_i'}{k_i'}\left(1 + \frac{\sin u_i'}{k_i' F_i' D_i}\right) & \frac{\sin u_i' (1 - \cos u_i)}{k_i' F_i D_i} & \cos u_i' - \frac{(1 - \cos u_i') \sin u_i'}{k_i' F_i' D_i} \end{bmatrix}$$

Aceasta permite calculul rotirii şi al momentului încovoietor

$$\theta_{(x)} = \frac{d y}{d x}; \quad M(x) = EI_i \frac{d^2 y}{d x^2}$$

în orice secţiune a barei i şi deci şi la capătul S_i, unde se obţine,

$$y_i = \frac{M^2_{i-1}}{F_i}(1 - \cos u_i) + \frac{T_i}{k_i F_i}(u_i - \sin u_i) + \frac{\theta_{i-1}}{k_i} \sin u_i$$

$$\theta_i = k_i \frac{M^2_{i-1}}{F_i} \sin u_i + \frac{T_i}{F_i}(1 - \cos u_i) + \theta_{i-1} \cos u_i$$

$$M_i^1 = M^2_{i-1} \cos u_i + \frac{T_i}{k_i} \sin u_i - \frac{F_i}{k_i} \theta_{i-1} \sin u_i \quad (20)$$

(S-a notat $k_i l_i = u_i$).

Pentru stîlpul din dreapta al etajului i, în nodul S_1' se obţine săgeata y_1', rotirea θ_1', momentul încovoietor $M_i'^1$, cu aceleaşi expresii ca cele din (20), cu deosebirea că mărimile corespunzătoare au indicele prim.

În absenţa forţelor orizontale exterioare şi a neglijării deformării axiale a riglelor cadrului, la fiecare etaj dispunem de două condiţii :

$$T_i = -T_1'$$

$$y_i = y_1'$$

care prin intermediul relaţiilor (20) şi al celor similare cu acestea, scrise pentru nodul S_1', conduc la exprimarea mărimilor θ_i, M_i^1, θ_i', $M_i'^1$ în funcţie de θ_{i-1}, M^2_{i-1}, θ'_{i-1}, M'^2_{i-1}. Legătura dintre acestea, scrisă matricial, are forma :

$$\begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_i' \\ M_i^1 \\ M_i'^1 \end{Bmatrix} = [A_i] \begin{Bmatrix} \theta_{i-1} \\ \theta_{i-1} \\ M^2_{i-1} \\ M'^2_{i-1} \end{Bmatrix} \quad (21)$$

în care matricea pătratică $[A_1]_{4\times4}$ are expresia :

S-a notat : (22)

$$D_i = \frac{1}{k_i F_i}(u_i - \sin u_i) + \frac{1}{k_i' F_i'}(u_i' - \sin u_i'). \quad (23)$$

Se observă că matricea $[A_i]$ cuprinde numai elemente caracteristice etajului.

Notînd momentul de inerţie al riglei S_i, S_i' cu J_i şi deschiderea cu a rezultă expresiile

momentelor de la capetele riglei în funcție de rotiri

$$M_i^3 = \frac{2\,Ej_i}{a}(2\theta_i + \theta_i') \quad (24)$$

$$M_i'^3 = \frac{2\,Ej_i}{a}(\theta_i + 2\theta_i').$$

Din echilibrul nodului S_i (fig. 3, b) și al nodului S_i' se obțin relațiile:

$$\left.\begin{aligned} M_i^2 &= M_i^1 + M_i^3 = M_i^1 + \frac{2\,Ej_i}{a}(2\theta_i + \theta_i') \\ M_i'^2 &= M_i'^1 + M_i'^3 = M_i'^1 + \frac{2\,Ej_i}{a}(\theta_i + 2\theta_i') \end{aligned}\right\} \quad (c)$$

care exprimă momentele încovoietoare din secțiunile S_i^2 și $S_i'^2$, în funcție de rotirile nodurilor și momentele încovoietoare din secțiunile S_i^1, $S_i'^1$.

Sub formă matricială, necunoscutele (rotirile și momentele încovoietoare) din secțiunile S_i^2, $S_i'^2$ se exprimă în funcție de necunoscutele secțiunilor S_i^1, $S_i'^1$ pe baza relațiilor (c) sub forma

$$\begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_i' \\ M_i^2 \\ M_i'^2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{4\,Ej_i}{a} & \frac{2\,Ej_i}{a} & 1 & 0 \\ \frac{2\,Ej_i}{a} & \frac{4Ej_i}{a} & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_i' \\ M_i^1 \\ M_i'^1 \end{Bmatrix} = [B_i] \begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_i' \\ M_i^1 \\ M_i'^1 \end{Bmatrix} \quad (25)$$

Notînd vectorul coloană al necunoscutelor din secțiunile S_i^2 $S_i'^2$ cu

$$V_i^{(2)} = \{\theta_i\ \theta_i'\ M_i^2\ M_i'^2\}^T, \quad (26)$$

unde indicele superior T înseamnă transpunere, prin folosirea relațiilor (25) și (21), se obține expresia de recurență:

$$V_i^{(2)} = [B_i]\,[A_i]\,V_{i-1}^{(2)} = [C_i]\,V_{i-1}^{(2)} \quad (27)$$

în care s-a notat $[C_i] = [B_i]\,[A_i]$. Matricea $[B_i]$ apare dezvoltată în (25), iar $[A_i]$ este dată în (22).

Relația de iterație (27) permite determinarea succesivă a necunoscutelor de la fiecare etaj, pornind de la vectorul $V_0^{(2)} = \{\theta_0 \theta_0'\ 0\ 0\}^T$ corespunzător riglei celei mai de sus a cadrului, ale cărei noduri S_0, S_0' se presupune că se rotesc cu θ_0, θ_0' alese inițial arbitrar. Prin variația valorilor θ_0, θ_0' procesul de iterație se oprește atunci cînd se obțin valorile de pornire pentru care sînt îndeplinite și condițiile de la baza cadrului: $\theta_n = \theta_n' = 0$ pentru cazul cînd stîlpii cadrului sînt încastrați, sau $M_n^1 = M_n'^1 = 0$ pentru cazul cînd stîlpii cadrului sînt articulați.

Flambajul cadrului se obține pentru situațiile în care condițiile de la bază sînt îndeplinite pentru valori nenule ale necunoscutelor de la celelalte noduri.

Se precizează că forțele axiale pentru stîlpii etajului $i + 1$ sînt:

$$F_{i+1} = F_i + P_i + \tau_i \quad (28)$$

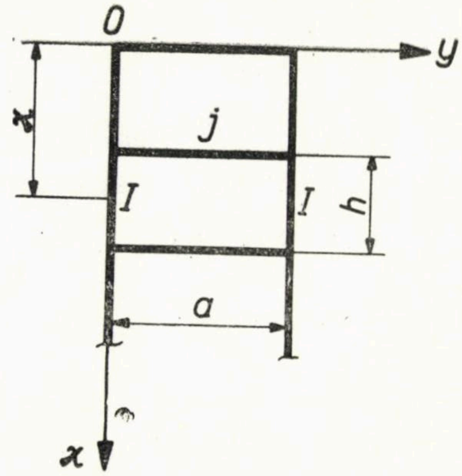
$$F_{i+1}' = F_i' + P_i' - \tau_i$$

unde P_i, P_i' sînt sarcinile de la noduri transmise de rigla S_i, S_i', iar τ_i reprezintă forța tăietoare provenită din rotirile capetelor, care este dată de relația:

$$\tau_i = \frac{6\,Ej_i}{a}(\theta_i + \theta_i'). \quad (29)$$

2.3. Cazul cadrelor simetrice cu rigle foarte apropiate

În această categorie se grupează cadrele și diafragmele simetrice la care nu sînt posibile fenomene de instabilitate izolată între două niveluri. Rigiditatea riglelor (J) sau a buiandrugilor, în cazul diafragmelor, se repartizează uniform pe înălțimea h a unui etaj (fig. 4), obținîndu-se $j = J/h$. Ținînd seama de simetria stîlpilor rezultă că atît deplasările lor transversale (y_x), cît și momentele încovoietoare (M_x) sînt egale în orice secțiune x.



Fig, 4

Considerînd și deformabilitatea axială a stîlpilor, determinarea deformatei unui astfel de cadru se reduce la rezolvarea ecuației diferențiale

$$EI\,\frac{d^2\theta}{dx^2} + (px - qa)\theta + 2q\,\Delta(x) = 0 \quad (30)$$

sau

$$\frac{d^4\theta}{dx^4} + (\lambda x - \mu)\frac{d^2\theta}{dx^2} + 2\lambda\frac{d\theta}{dx} - \nu x\theta = 0 \quad (31)$$

întîlnite în cadrul articolelor privind calculul diafragmelor. Notațiile folosite sînt:

θ — rotirea secţiunii stîlpului într-un punct curent x;

$\lambda = \dfrac{p}{EI}$, unde p este încărcarea exterioară distribuită uniform în lungul fiecărui stîlp;

$\Delta(x)$ — deplasarea verticală din secţiunea x a stîlpului, datorită forţelor tăietoare din rigle;

$$aq = \frac{6Ej}{a^2 h}; \quad \frac{aq}{EI} + \frac{4q}{aES} = \mu; \quad \frac{4pq}{aES\,EI} = \nu;$$

S — aria secţiunii transversale a unui stîlp.

Ecuaţia (31) se transpune în diferenţe finite şi se ajunge la relaţia de recurenţă:

$$\theta_{i+2} = B_i\,\theta_{i+1} + C_i\,\theta_i + D_i\,\theta_{i-1} - \theta_{i-2}, \quad (32)$$

unde coeficienţii B_i, C_i, D_i depind la fiecare nivel numai de caracteristicile geometrice, de sarcinile aplicate şi de abscisa x.

Pe baza condiţiilor la limită, care însă necesită multă atenţie, se determină relaţiile între θ_0, θ_1, θ_2, θ_3, după care se efectuează iteraţiile cu (32).

Pentru un cadru încastrat la bază se pun condiţiile $\theta_n = 0$ şi $\Delta = 0$ şi se obţine un sistem de ecuaţii liniare omogen la care necunoscutele sînt rotirile primelor două noduri de la partea superioară a cadrului. Condiţia de determinant nul a acestui sistem ne conduce la determinarea sarcinii critice.

Pe această schemă generală se analizează în articol mai multe cazuri particulare privitoare la rigiditatea riglelor, a stîlpilor şi a eforturilor de ordinul doi datorită acţiunii vîntului.

Rezultatele aplicaţiilor numerice efectuate pun în evidenţă atît caracterul practic al procedeelor expuse, cît şi influenţa diferiţilor factori.

3. *Calculul perioadei proprii a modului fundamental de oscilaţie al unei construcţii*

Se expune un procedeu aplicabil structurilor de tipul consolelor, în care orice nod i este legat direct numai de nodurile $i - 1$ şi $i + 1$.

Pentru fiecare nod i se defineşte un vector-stare al necunoscutelor (săgeată, rotire, forţă tăietoare, moment încovoietor) conceput ca o matrice coloană:

$$\varepsilon_i = \{y_i\ \theta_i\ T_i\ M_i\}^T \sin \omega t. \quad (33)$$

Deformaţiile şi eforturile se presupun în fază şi că variază sinusoidal cu pulsaţia ω. De aceea, pentru simplificarea scrierii, în continuare, vectorul ε_i se va scrie fără termenul sin ωt.

Se consideră o consolă împărţită în n tronsoane (fig. 5 *a*) cu masele concentrate la noduri. Fiecare tronson i (între i şi $i + 1$) are momentul de inerţie I_i constant.

Eforturile, introduse ca în figura 5 *b* — unde în nodul i s-a concentrat masa $m_i\,\Delta x_i$ — şi

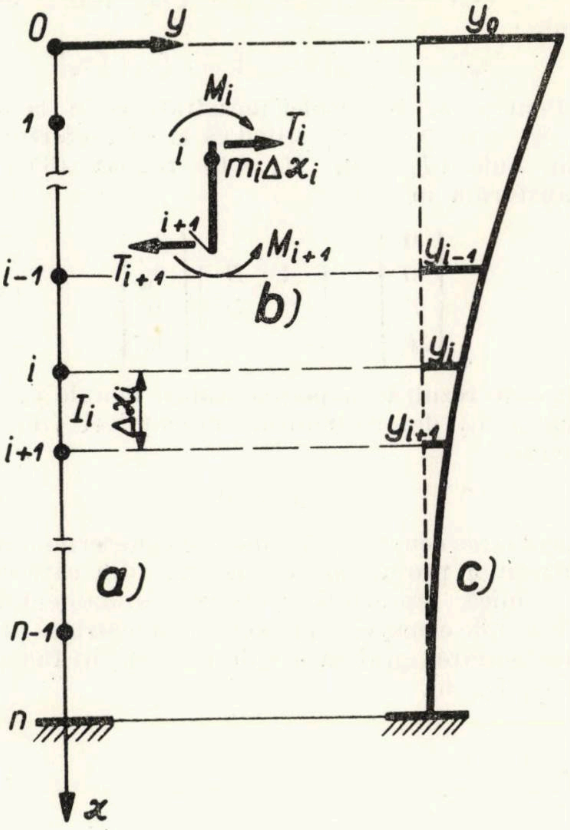


Fig. 5

valorile deformatei de oscilaţie (fig. 5*c*) se determină prin relaţiile de recurenţă:

$$T_{i+1} = T_i + m_i\,\Delta x_i\,\omega^2\,y_i$$

$$M_{i+1} = M_i + T_i\,\Delta x_i + m_i\,\omega^2\,y_i\,\Delta\overline{x}_i^2$$

$$\theta_{i+1} = \theta_i + \frac{T_i\,\Delta\overline{x}_i^2}{2\,EI_i} + \frac{m_i\,\omega^2\,y_i\,\Delta\overline{x}_i^3}{2\,EI_i} + \frac{M_i\,\Delta x_i}{EI_i}$$

$$y_{i+1} = y_i + \theta_i\,\Delta x + \frac{T_i\,\Delta x_i^3}{6\,EI_i} + \frac{m_i\,\omega^2\,y_i\,\Delta\overline{x}_i^4}{6\,EI_i} + \frac{M_i\,\Delta\overline{x}_i^2}{2\,EI_i}.$$

Neglijînd termenii de ordinul doi şi mai mari, aceste relaţii se scriu matricial sub forma

$$\{\varepsilon_{i+1}\} = \begin{Bmatrix} y_{i+1} \\ \theta_{i+1} \\ T_{i+1} \\ M_{i+1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \Delta x_i & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dfrac{\Delta x_i}{EI_i} \\ m_i\omega^2\Delta x_i & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta x_i & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_i \\ \theta_i \\ T_i \\ M_i \end{Bmatrix} = [\tau_i]\{\varepsilon_i\}, \quad (34)$$

unde matricea $[\tau_i]$ este denumită matrice de transfer şi în afară de ω cuprinde numai mărimi caracteristice elementului i.

Relaţia de recurenţă (34), aplicată succesiv pornind de la nodul 0, conduce la vectorul

$$\{\varepsilon_n\} = [\tau_{n-1}^{\cdot}]\{\varepsilon_{n-1}^{\cdot}\} = [\tau_0]^n\{\varepsilon_0\} \qquad (35)$$

unde:

$$[\tau_0]^n = [\tau_{n-1}][\tau_{n-2}]\ldots[\tau_1][\tau_0].$$

Pentru cazul consolei încastrate rigid la bază ($y_n = 0$; $\theta_n = 0$), ştiind că la vîrf eforturile sînt nule ($T_0 = 0$, $M_0 = 0$) relaţia (35) se transformă în

$$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ T_n \\ M_n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_0 \\ \theta_0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad (36)$$

din care rezultă că pentru valori nenule y_0, θ_0 trebuie ca determinantul submatricei $[A]$ să fie nul

$$|A| = 0 \qquad (37)$$

Rezolvarea ecuaţiei (37) conduce la determinarea pulsaţiilor proprii ω_1, ω_2, ω_3, ... din care cea mai mică reprezintă pulsaţia fundamentală. Rădăcinile ecuaţiei (37) se obţin cu uşurinţă prin reprezentarea grafică a valorilor $|A|$ în funcţie de ω (fig. 6).

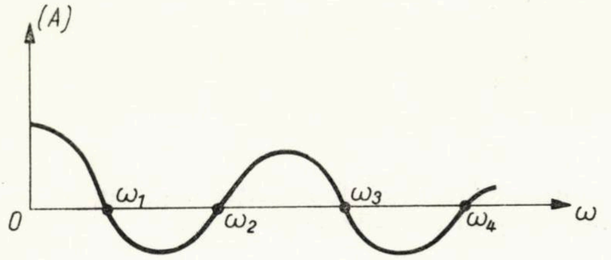


Fig. 6

Cazul cadrelor etajate cu o singură deschidere simetrică, avînd riglele foarte dese, încît rigiditatea acestora să poată fi considerată repartizată pe înălţimea stîlpilor dintre două rigle, se rezolvă printr-o relaţie de recurenţă de acelaşi tip cu (34), în care matricea de transfer are expresia:

$$[\tau_i] = \begin{bmatrix} 1 & \Delta x & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \delta_i \\ \gamma_i & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \beta_i & \Delta x & 1 \end{bmatrix}$$

unde: $\delta_i = \dfrac{\Delta x}{EI_i}$; $\gamma_i = m_i\,\omega^2\,\Delta x$; $\beta_i = \dfrac{6\,Ej\,\Delta x}{a}$.

Pentru cadrele de aceeaşi categorie însă disimetrice, se ajunge la relaţia de recurenţă:

$$\begin{Bmatrix} y_{i+1} \\ \theta_{i+1} \\ t_{i+1} \\ \mu_{i+1} \end{Bmatrix} = [\tau_i] \begin{Bmatrix} y_i \\ \theta_i \\ t_i \\ \mu_i \end{Bmatrix} \qquad (38)$$

în care, notînd cei doi stîlpi ai cadrului cu ① şi ②, componentele vectorului necunoscutelor sînt:

$$y_i = y_i^{①} = y_i^{②};\quad \theta_i^{①} = \theta_i^{②} = \theta_i$$

$$t_i = \frac{T_i^{①} + T_i^{②}}{E(I_1 + I_2)};\quad \mu_i = \frac{M_i^{①}}{EI_1} = \frac{M_i^{②}}{EI_2} = \frac{M_i^{①} + M_i^{②}}{E(I_1 + I_2)}.$$

Matricea de transfer este:

$$[\tau_i] = \begin{bmatrix} 1 & \Delta x & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \Delta x \\ \gamma_i & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \beta_i & \Delta x & 1 \end{bmatrix}$$

în care s-a notat:

$$\gamma_i = \frac{\omega^2\,(m_i^{①} + m_i^{②})\,\Delta x}{E(I_1 + I_2)};\quad \beta_i = \frac{12\,Ej\,\Delta x}{a\,E(I_1 + I_2)},$$

$m_i^{①}$ şi $m_i^{②}$ fiind masele concentrate în nodul i pe stîlpul ①, respectiv ②.

Condiţiile la limită şi ecuaţia pulsaţiilor proprii sînt similare relaţiilor (36), respectiv (37).

4. *Structură supusă unui impuls dat*

4.1. Cazul unei console cu mase repartizate

Pentru o consolă cu masa uniform distribuită m (fig. 7a), supusă la un impuls dat la bază în sensul axei y (fig. 7b), ecuaţia diferenţială de mişcare a unui punct oarecare de abscisă x, la timpul t, este:

$$\frac{\partial^4 y\,(xt)}{\partial x^4} = -\frac{m}{E\,I}\,\frac{\partial^2 y\,(xt)}{\partial t^2}, \qquad (39)$$

Divizînd consola în n tronsoane egale $\Delta x (x_i = i\,\Delta x)$ şi timpul de acţiune al impulsului de intervale egale $\Delta t (t_j = j\,\Delta t)$ şi notînd $A = -\dfrac{EI}{m}\dfrac{(\Delta t)^2}{(\Delta x)^4}$, ecuaţia diferenţială (39) se exprimă în diferenţe finite prin:

$$y_i^{j+1} = A\,y_{i+2}^j - 4\,A\,y_{i+1}^j + (6\,A + 2)\,y_i^j - 4\,A\,y_{i-1}^j + A\,y_{i-2}^j - y_i^{j-1}. \qquad (40)$$

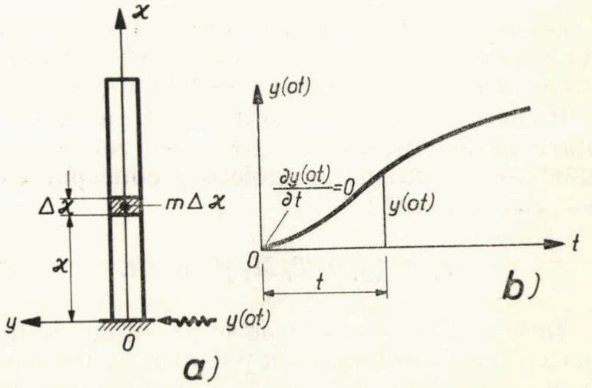


Fig. 7

Aceasta reprezintă o relaţie de recurenţă pentru calculul amplitudinii punctului i, la timpul t_{j+1}. Pentru a putea fi aplicată, trebuie cunoscute

valorile la $t = 0$ şi îndeplinite condiţiile de compatibilitate la capetele consolei.

Dînd impulsul (fig. 7b) astfel încît $y(x, 0) = 0$,

$$\frac{\partial y}{\partial t}(x,\ 0) = 0, \quad y_i^0 = 0 \text{ şi } y_i^1 = 0 \tag{41}$$

oricare ar fi i.

La baza consolei, amplitudinea y_0^j fiind cunoscută prin ipoteză (fig. 7b), din condiţia de încastrare (rotire nulă) $\frac{\partial y}{\partial x}(0,\ t) = 0$ se obţine:

$$y_1^j = y_0^j. \tag{42}$$

La vîrful consolei avînd eforturile nule

$$M = EI \left.\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}\right|_{x=n\Delta x} = 0;\ T = EI \left.\frac{\partial^3 y}{\partial x^3}\right|_{x=n\Delta x} = 0$$

în diferenţe finite se obţin condiţiile:

$$y_n^j = 2\,y_{n-1}^j - y_{n-2}^j = 3\,y_{n-2}^j - 2\,y_{n-3}^j\, y_{n-1}^j = 2\,y_{n-2}^j - y_{n-3}^j. \tag{43}$$

Cu ajutorul relaţiei (40) şi al condiţiilor (41), (42), (43) se obţin deplasările în orice punct al consolei şi la orice moment.

Pornind de la amplitudini se pot determina eforturile:

$$M = EI\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{EI}{(\Delta x)^2}\cdot(y_{i+1}^j - 2\,y_i^j + y_{i-1}^j) \tag{44}$$

$$T = EI\frac{\partial^3 y}{\partial x^3} = \frac{EI}{(\Delta x)^3}\cdot(y_{i+1}^j - 3\,y_i^j + 3\,{}_{i-1}^j - y_{i-2}^j)$$

precum şi vitezele şi acceleraţiile.

Se precizează că relaţia (40) poate fi aplicată şi consolelor cu masă variabilă în care caz se introduce, în locul lui A, coeficientul

$$A_i = -\frac{EI}{m_i}\,\frac{(\Delta t)^2}{(\Delta x)^4}.$$

4.2. Cazul unei console cu mase concentrate

Se consideră consola din fig. 8a, cu masele concentrate la noduri, supusă unui impuls la bază, dat în sensul lui y şi avînd o formă similară cu cel reprezentat în fig. 7b, adică la $t = 0$ amplitudinea şi viteza sînt nule.

Alegînd vectorii-coloane necunoscuţi

$$\{M\} = \begin{Bmatrix} M_0 \\ \cdots \\ M_i \\ \cdots \\ M_{n-1} \end{Bmatrix} \text{ şi } \{y\} = \begin{Bmatrix} y_1 \\ \cdots \\ y_i \\ \cdots \\ y_n \end{Bmatrix}$$

şi scriind continuitatea consolei la fiecare nod, exprimată prin ecuaţia celor trei momente

$$M_{i-1}\, b_i + (a_i + a_{i+1})\, M_i + b_{i+1}\, M_{i+1} = \frac{y_{i+1} - y_i}{l_{i+1}} - \frac{y_i - y_{i-1}}{l_i} \tag{45}$$

în care $a_i = \frac{l_i}{3\,EI_i}$, $a_{i+1} = \frac{l_{i+1}}{3\,EI_{i+1}}$, $b_i = \frac{l_i}{6\,EI_i}$ etc, se obţine sistemul de ecuaţii

$$[A]\,\{M\} = [B]\begin{Bmatrix} y_0 \\ y_i \end{Bmatrix}. \tag{46}$$

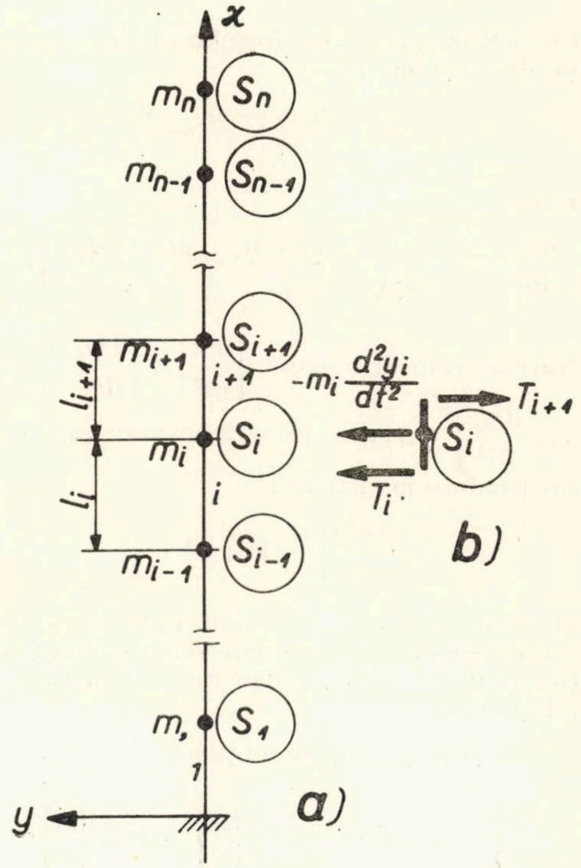


Fig. 8

Matricea $[A]$ este patratică de ordinul n:

$$[A] = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & b_i & a_i + a_{i+1} & b_{i+1} & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{n-1} & a_{n-1} + a_n \end{bmatrix}$$

$$\uparrow_{i-1} \quad \uparrow_i \quad \uparrow_{i+1} \tag{47}$$

iar matricea $[B]$ dreptunghiulară $(n \times n + 1)$

$$[B] = \begin{bmatrix} -\frac{1}{l_1} & \frac{1}{l_1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \frac{1}{l_i} & -\left(\frac{1}{l_i} + \frac{1}{l_{i+1}}\right) & \frac{1}{l_{i+1}} & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{l_{n-1}} & -\left(\frac{1}{l_{n-1}} + \frac{1}{l_n}\right) & \frac{1}{l_n} \end{bmatrix}$$

$$\uparrow_{i-1} \quad \uparrow_i \quad \uparrow_{i+1} \tag{48}$$

În ambele matrice intră numai elementele cunoscute, independente de timp.

Izolînd masa m_i (fig. 8b) şi introducînd forţele tăietoare şi forţa de iniţiere se obţine relaţia :

$$T_{i+1} - T_i = -m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} \qquad (d)$$

Cunoscînd exprimarea forţelor tăietoare în funcţie de momente :

$$T_{i+1} - T_i = \frac{M_{i+1} - M_i}{l_{i+1}} - \frac{M_i - M_{i-1}}{l_i} \qquad (e)$$

rezultă :

$$\frac{d^2 y_i}{dt^2} = -\frac{1}{m_i}\left(\frac{M_{i+1} - M_i}{l_{i+1}} - \frac{M_i - M_{i-1}}{l_i}\right). \qquad (49)$$

Notînd vectorul coloană $\left\{\frac{d^2 y}{dt^2}\right\} = \left\{\frac{d^2 y_i}{dt^2} \ldots \frac{d^2 y_i}{dt^2} \ldots \ldots \frac{d^2 y_n}{dt^2}\right\}^T$, relaţia (49) scrisă pentru toate nodurile conduce la sistemul

$$\left\{\frac{d^2 y}{dt^2}\right\} = [C]\ \{M\} \qquad (50)$$

în care matricea $[C]$ este independentă de timp şi elementele ei se determină pe baza ecuaţiei (49) în mod similar ca ale matricei $[B]$ relaţia (48).

Din (46) şi (50) se obţine :

$$\left\{\frac{d^2 y}{dt^2}\right\} = [C]\ [A]^{-1}\ [B] \begin{Bmatrix} y_0 \\ y \end{Bmatrix} = [D] \begin{Bmatrix} y_0 \\ y \end{Bmatrix}, \qquad (51)$$

unde $[D] = [C]\ [A]^{-1}\ [B]$ este independentă de timp şi poate fi calculată o singură dată.

Transformînd ecuaţia (51) în diferenţe finite prin împărţirea timpului în intervale $t_j = j\Delta t$ şi considerînd $[D] = [dD']$, unde $\{d\}$ este prima coloană a matricei $[D]$, se obţine ecuaţia de recurenţă ;

$$y^{j+1} = [2E + (\Delta t)^2\ D']\ y^j - y^{j-1} + (\Delta t)^2\ y_0^j\ d, \qquad (52)$$

unde E este matricea unitate de rang n.

Din condiţiile iniţiale avînd $y^0 = y^1 = 0$, în mod similar ca în cazul precedent, relaţia (52) furnizează deplasările sistemului la orice moment. Cunoscînd aceste deplasări, din sistemul (46) rezultă eforturile.

În cazul cadrelor etajate cu o singură deschidere, simetrice, se ajunge la o relaţie de recurenţă similară cu (52).

Procedeul folosit pentru acţiunea unui impuls la bază este schiţat şi pentru cazul unui cadru simetric acţionat de forţe orizontale în noduri dependente de timp, provenite din acţiunea vîntului.

Observaţii şi concluzii

a. Din prezentarea făcută rezultă că lucrarea analizată abordează un domeniu complex de probleme referitoare la anumite tipuri de construcţii, care au largă utilizare în practica inginerească. Astfel, după analiza dimensionării raţionale a turnurilor care se înscriu în teoria de bară a rezistenţei materialelor, sînt expuse procedee bine sistematizate privind calculul la stabilitate, determinarea perioadei vibraţiilor proprii şi stabilirea răspunsului dinamic pentru construcţii de tip turn şi cadre etajate cu o singură deschidere, simetrice sau nesimetrice.

Toate aceste tipuri de construcţii pot fi schematizate pentru calcul într-o structură la care orice nod j este legat direct numai de nodurile vecine $j - 1$ şi $j + 1$. Această caracteristică a fost utilizată cu multă iscusinţă de către autori, şi numai în acest fel s-a ajuns la o metodică oarecum unitară pentru probleme atît de diferite cum ar fi pierderea de stabilitate şi calculul dinamic sub acţiunea unor impulsuri.

b. Procedeele dezvoltate, atît pentru calculul în teoria de ordinul doi, cît şi pentru stabilirea impulsului dinamic, au fost puse sub formă de recurenţă uşor de programat şi în acelaşi timp uşor de efectuat de către un calculator cifric. Se remarcă faptul că în majoritatea cazurilor s-a ajuns la formule de recurenţă prin transpunerea ecuaţiilor diferenţiale în ecuaţii cu diferenţe finite. Acest fapt necesită o atenţie sporită, atît la alegerea mărimii intervalului Δx sau Δt al reţelei de diferenţe finite, cît şi la scrierea condiţiilor la limită pentru începerea calculelor de recurenţă.

c. În cadrul analizei de mai sus s-au prezentat atît aspectele fizice ale problemelor abordate, cît şi etapele principale ale metodelor de calcul, astfel încît expunerea făcută poate constitui forma algoritm pentru întocmirea unor programe proprii la calculatoarele noastre. În acest scop au fost introduse unele precizări şi dezvoltări suplimentare.

d. Pentru tipurile de structuri analizate se pot obţine relaţii de recurenţă similare şi prin folosirea metodei elementelor finite, care ar putea prezenta unele avantaje suplimentare în ceea ce priveşte exactitatea şi modul de introducere a condiţiilor la limită.

e. În cazul unor structuri mai complexe, metodica folosită la problemele de mai sus poate constitui o informare utilă pe baza căreia metodele clasice de rezolvare să fie transformate în procedee de recurenţă uşor de alcătuit şi de programat la ordinatoare. Această cerinţă este deosebit de urgentă pentru probleme cum ar fi cele ale teoriei de ordinul doi, unde se ajunge la ecuaţii şi formule transcendente. În aceste cazuri, procedeele numerice ciclice sînt cele mai indicate.

ASUPRA CALCULULUI FRECVENŢELOR ŞI AL FORMELOR PROPRII DE VIBRAŢIE ALE CONSTRUCŢIILOR

Ing. **LIVIU STESCU**
Institutul de proiectare Iaşi

După cum este cunoscut, pentru calculul construcţiilor la acţiunea seismică este necesară determinarea caracteristicilor dinamice ale acestora şi în special a perioadelor şi a formelor oscilaţiilor proprii orizontale.
În cazul construcţiilor multietajate — sisteme elastice cu mai multe grade de libertate — această etapă de calcul dinamic implică dificultăţi considerabile, chiar atunci cînd se apelează la metode simplificate.
Folosind calculatoarele electronice se rezolvă problema volumului mare de operaţii, realizîndu-se o reducere substanţială a timpului de lucru şi siguranţa acurateţei rezultatelor.
În paginile acestei reviste, determinarea caracteristicilor dinamice cu ajutorul calculatoarelor electronice a fost tratată în lucrările [4] şi [5], în lucrarea [4] fiind prezentat un program pentru calculatorul de birou „Programma 101". Metoda de calcul adoptată, şi anume rezolvarea ecuaţiei pulsaţiilor proprii, a impus, pe de o parte, limitarea domeniului de aplicabilitate a programului la sisteme cu trei grade de libertate şi, pe de altă parte, dezvoltarea acestuia pe trei cartele (trei subprograme).
În articolul de faţă se prezintă un program, elaborat pentru acelaşi calculator, care, avînd la bază metoda Holzer, exprimată prin matricea de transfer, determină frecvenţa, amplitudinile şi perioada vibraţiilor proprii ale unui sistem elastic cu n grade de libertate, în cadrul unei singure cartele.

1. Principiul metodei de calcul

Structura etajată supusă acţiunii cutremurului este asimilată cu un sistem elastic aflat în mişcare liberă neamortizată (fig. 1). Forţele care acţionează asupra sistemului în timpul oscilaţiilor libere sînt forţele de inerţie şi forţele elastice interioare (fig. 2). In cazul oscilaţiilor armonice, $y = a \sin \omega t$, forţele de inerţie,

$$F_i = \omega^2 m_i y_i \qquad (1)$$

dau, la nivelul i, $i+1$, o forţă tăietoare :

$$Q_{i,i+1} = \omega^2 \sum_{j=i+1}^{n} m_j y_j. \qquad (2)$$

Pe de altă parte,

$$Q_{i,i+1} = K_{i+1}(y_{i+1} - y_i) \qquad (3)$$

K_{i+1} fiind rigiditatea relativă de nivel.

Egalînd expresiile (2) şi (3) se obţine relaţia de recurenţă :

$$y_i = y_{i+1} - \frac{\omega^2}{K_{i+1}} \sum_{j=i+1}^{n} m_j y_j \quad (4)$$

care permite stabilirea deformatei dinamice a sistemului pentru o valoare dată lui ω şi considerînd, de exemplu, $y_n = 1$.

Dacă se obţine $y_0 = 0$, atunci valoarea ω luată în calcul reprezintă frecvenţa proprie a sistemului [2], [3].

În cele ce urmează vom exprima metoda Holzer, expusă mai sus, cu ajutorul calculului matriceal, folosind matricea de transfer.

Starea de deplasări şi eforturi din secţiunile imediat inferioară şi superioară masei m_i, (fig. 2), considerată perfect rigidă, este definită de relaţiile :

$$y_i^{\mathrm{inf}} = y_i^{\mathrm{sup}} = y_i$$

$$Q_i^{\mathrm{inf}} = Q_i^{\mathrm{sup}} - \omega^2 m_i y_i$$

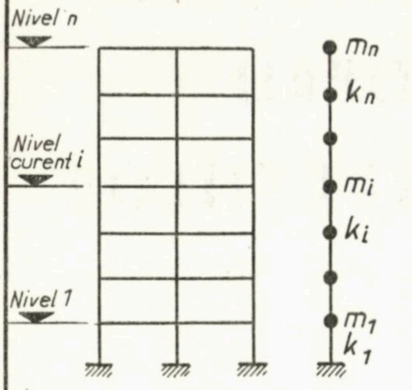
sau, sub formă matriceală :

$$\begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_i^{\mathrm{inf}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\omega^2 m_i & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_i^{\mathrm{sup}} \qquad (5)$$

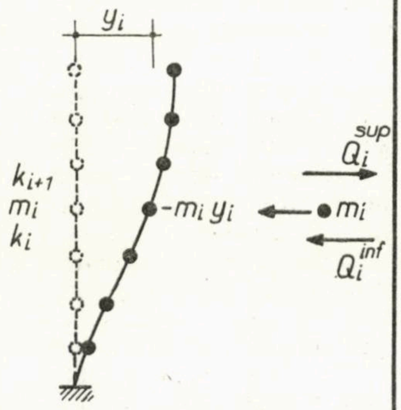
Deoarece legăturile elastice sînt considerate lipsite de masă, între eforturile şi deplasările din secţiunile de capăt ale acestora există relaţiile :

$$Q_i^{\mathrm{sup}} = Q_{i+1}^{\mathrm{inf}}$$

$$y_i^{\mathrm{sup}} = y_i^{\mathrm{inf}} + \frac{1}{K_{i+1}} Q_{i+1}^{\mathrm{inf}}$$



1



2

Fig. 1 – Structura unei clădiri etajate și sistemul elastic înlocuitor

Fig. 2 – Starea de eforturi și deplasări a sistemului elastic

care, sub formă matriceală, devin:

$$\begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_i^{sup} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{K_{i+1}} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_{i+1}^{inf} \qquad (6)$$

Conform relației (5), putem scrie:

$$\begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_{i+1}^{inf} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\omega^2 m_{i+1} & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_{i+1}^{sup}$$

și, înlocuind în (6), se obține:

$$\begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_i^{sup} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{K_{i+1}} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\omega^2 m_{i+1} & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_{i+1}^{sup}$$

După efectuarea operațiilor rezultă:

$$\begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_i^{sup} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{1}{K_{i+1}} \omega^2 m_{i+1} & \frac{1}{K_{i+1}} \\ -\omega^2 m_{i+1} & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y \\ Q \end{Bmatrix}_{i+1}^{sup} \qquad (7)$$

Relația (7) arată că, pentru o valoare dată lui ω, se poate determina vectorul de stare al secțiunii i de îndată ce este cunoscut vectorul de stare al secțiunii $i + 1$.

În cazul nostru este cunoscut vectorul de stare al extremității libere a sistemului, luînd $y_n^{sup} = 1$ și avînd $Q_n^{sup} = 0$.

Pentru ca valoarea ω, luată în calcul, să reprezinte frecvența proprie a sistemului elastic este necesară satisfacerea condițiilor de contur $Q_n^{sup} = 0$ și $y_0^{sup} = 0$, a relației existente între vectorii de stare ai extremităților:

$$\begin{Bmatrix} 0 \\ Q \end{Bmatrix}_0^{sup} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y \\ 0 \end{Bmatrix}_n^{sup} \qquad (8)$$

Matricea $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ este matricea de transfer ale cărei ele-

TABELA 1

PROGRAM PENTRU:

Frecvențe, amplitudini și perioade proprii de vibrație. Matrice de transfer.

Instrucțiuni de program 95

Cod

Nr. cartelei:

Registru 1		Registru 2		Registru F		Registru E		Registru D	
1	A V	25	A/↑	49	÷	73	S	97	
2	C ✱	26	R/S	50	D/↕	74	S	98	
3	B ✱	27	D ↓	51	A/↑	75	S	99	
4	S	28	X	52	F/↓	76	A Y	100	
5	E/↑	29	A ◇	53	F ◇	77	D X	101	
6	↓	30	B V	54	E ✱	78	C +	102	
7	A/V	31	/◇	55	÷	79	C ↕	103	
8	/◇	32	S	56	B/X	80	B ↓	104	
9	B/↕	33	B/↑	57	X	81	/ W	105	
10	S	34	E/↓	58	D ↕	82	C/↓	106	
11	↓	35	B ↕	59	W	83	C Z	107	
12	C +	36	F/↓	60	S	84	S	108	
13	C ↕	37	C/↕	61	S	85	S	109	
14	S	38	C ✱	62	A W	86	S	110	
15	C ↓	39	A/W	63	D/↓	87	S	111	
16	÷	40	C/◇	64	D X	88	B Z	112	
17	B +	41	/◇	65	A ÷	89	A ◇	113	
18	B ↕	42	B ↓	66	+	90	C V	114	
19	B/↓	43	F/–	67	C/X	91	A Z	115	
20	F/–	44	B ↕	68	D/↕	92	E ↓	116	
21	/ V	45	S	69	C X	93	B/÷	117	
22	B √	46	D/↑	70	D/+	94	A ◇	118	
23	E ↓	47	S	71	C/↕	95	C V	119	
24	÷	48	F/↓	72	Y	96		120	

Constante pe cartelă		Constante pe cartelă	
2 π = 6,28	E ↑		
1	F/↑		

Observații:

Conținut registre	
M	operațional
A	– " –
R	– " –
b	depozit
B	– " –
c	– " –
C	– " –
d	– " –
D	– " –
e	date + instr.
E	const + instr.
f	– " –
F	instrucțiuni

Date inițiale	Nr. max. cifre
n	
G_i	
K_i	
ω	
G_i	
K_i	

mente a_{ij} sînt, conform relaţiei (7), funcţie de masele m_i şi rigidităţile de nivel K_i, precum şi de valoarea ω luată în calcul. Din (8) rezultă

$$a_{11}\, y_n^{sup} = 0$$

şi, deoarece am considerat $y_n^{sup} = 1$ (în general $y_n^{sup} = 0$), este necesar ca :

$$a_{11} = 0 \qquad (9)$$

Calculul se face prin încercări, cu diferite valori date lui ω, urmărind satisfacerea condiţiei (9), în mod practic, a unei aproximaţii cît mai bune a acesteia.

2. Descrierea programului

În prima parte a programului se calculează valoarea iniţială a frecvenţei, pentru modul fundamental,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad (10)$$

în care :

$$T = 0{,}2\sqrt{y_n}$$

unde y_n este săgeata la ultimul nivel dată de acţiunea sarcinilor gravitaţionale de nivel G_i, aplicate orizontal, adică :

$$y_n = \sum_{i=1}^{n} \Delta_i$$

în care :

$$\Delta_i = \frac{\sum_{n}^{i} G_i}{K_i}$$

K_i fiind rigiditatea relativă de nivel.

Cu această valoare a lui ω, în partea a doua a programului se calculează succesiv, pe baza relaţiei (7), plecînd de la extremitatea liberă, valorile componentelor vectorilor de stare ai întregului sistem. În cazul cînd se obţine o precizie bună pentru $y_0 = 0$, valoarea ω reprezintă frecvenţa proprie de vibraţie, perioada determinîndu-se din (10), în partea a treia a programului. În caz contrar, calculele se reiau cu o valoare ω ce se apreciază în felul următor :

pentru r impar, $\omega : = \omega \pm \Delta\omega$, dacă $y_0 > 0$, respectiv $y_0 < 0$;

pentru r par, $\omega : = \omega \mp \Delta\omega$, dacă $y_0 > 0$, respectiv $y_0 < 0$, r fiind ordinul modului de vibraţie.

Aprecierea frecvenţei iniţiale, pentru modurile superioare de vibraţie, se poate face folosind relaţia dată în [2],

$$\omega_r = 1{,}3\, r\, \omega_1$$

Pentru descrierea modului de folosire a programului (tabela 1), se dă schema logică (fig. 3) şi exemplul de calcul al unei construcţii cu 7 niveluri (fig. 4), pentru primele trei moduri de vibraţie.

3. Exemplu de calcul

Date iniţiale :

n = numărul de niveluri,
G_i = sarcina gravitaţională de nivel, în tf,
K_i = rigiditatea relativă de nivel, în tf/cm.

Operaţii :

Indicator zecimale : 5.

1. Se introduce cartela,
2. Se apasă V,
3. Se tastează n, S,
4. Se tastează G_i, S,
5. Se tastează K_i, S.

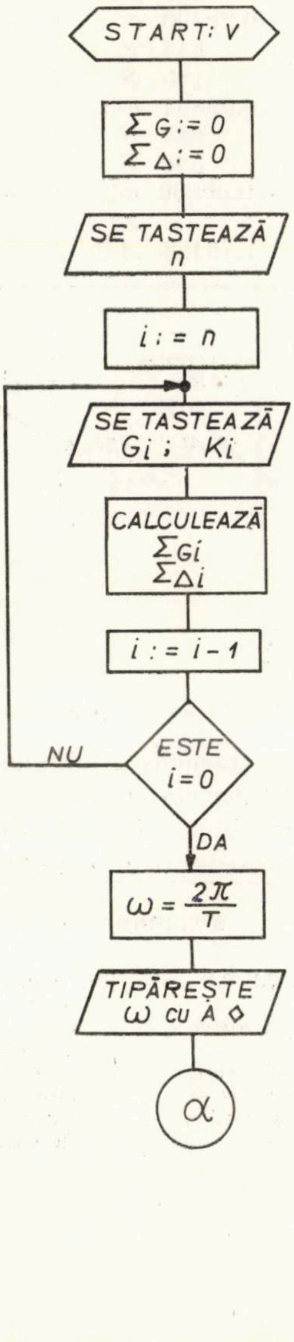
Se repetă operaţiile 4—5 pentru toate nivelurile ($i = n, \ldots, 1$)

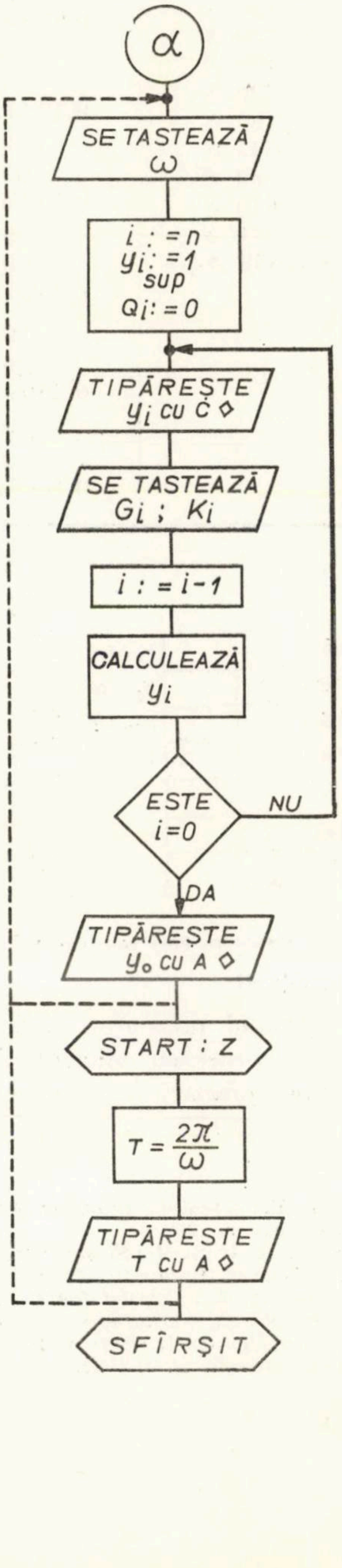
Calculatorul tipăreşte :
ω, în rad/s, cu A ◇

6. Se tastează ω, S.

Se repetă operaţiile 4—5 pentru toate nivelurile ($i = n, \ldots, 1$)

Fig. 3 — Schema logică





Calculatorul tipărește : y_i cu *c* ◇ și y_0 cu *A* ◇.
Dacă $y_0 = 0$, atunci :
7. Se apasă *Z*.

Calculatorul tipărește : *T*, în s, cu *A* ◇.
În caz contrar se reia ciclul de la operația 6.

Observație : În program s-a considerat $g = 981$ cm/s², iar în exemplul de calcul $2\pi = 6{,}28$.

Calculul valorii inițiale a lui ω_1	Modul 1 de vibrație		Modul 2 de vibrație	Modul 3 de vibrație
V	3.10 *S*	3.50 *S*	9.50 *S*	15.4 *S*
7 *S*	1.00000 *c*◇	1.00000 *c*◇	1.00000 *c*◇	1.00000 *c*◇
560 *S*	560 *S*	560 *S*	560 *S*	560 *S*
110 *S*	110 *S*	110 *S*	110 *S*	110 *S*
715 *S*	0.95014 *c*◇	0.93644 *c*◇	0.53170 *c*◇	− 0.23060 *c*◇
110 *S*	715 *S*	715 *S*	715 *S*	715 *S*
730 *S*	110 *S*	110 *S*	110 *S*	110 *S*
160 *S*	0.83979 *c*◇	0.79688 *c*◇	− 0.25452 *c*◇	− 0.09888 *c*◇
730 *S*	730 *S*	730 *S*	730 *S*	730 *S*
160 *S*	160 *S*	160 *S*	160 *S*	160 *S*
730 *S*	0.72638 *c*◇	0.65553 *c*◇	− 0.68826 *c*◇	− 0.48384 *c*◇
180 *S*	730 *S*	730 *S*	730 *S*	730 *S*
645 *S*	160 *S*	160 *S*	160 *S*	160 *S*
180 *S*	0.58050 *c*◇	0.47682 *c*◇	− 0.83311 *c*◇	0.66486 *c*◇
645 *S*	730 *S*	730 *S*	730 *S*	730 *S*
340 *S*	180 *S*	180 *S*	180 *S*	180 *S*
3.10330 *A*◇	0.42793 *c*◇	0.29400 *c*	− 0.65122 *c*◇	1.03371 *c*◇
	645 *S*	645 *S*	645 *S*	645 *S*
	180 *S*	180 *S*	180 *S*	180 *S*
	0.26035 *c*◇	0.09804 *c*◇	− 0.25488 *c*◇	0.50797 *c*◇
	645 *S*	645 *S*	645 *S*	645 *S*
	340 *S*	340 *S*	340 *S*	340 *S*
	0.16674 *c*◇	− 0.00809 *c*◇	− 0.00046 *c*◇	− 0.00339 *c*◇
		Z	*Z*	*Z*
		1.79428 *A*◇	0.66105 *A*◇	0.40779 *A*◇

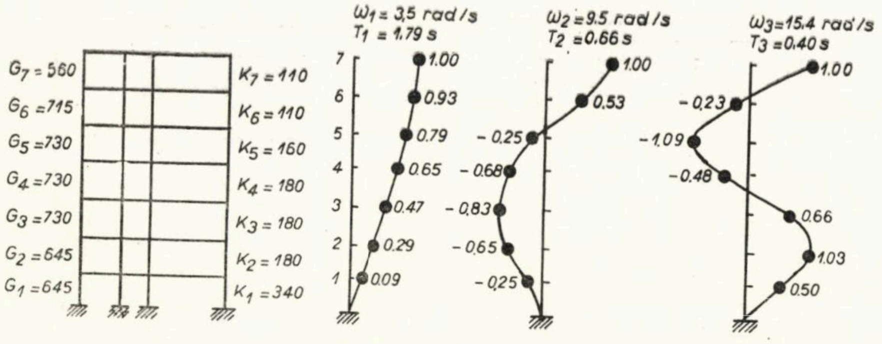


Fig. 4 – Structura unei construcții cu 7 niveluri. Primele trei forme de vibrație.

4. Concluzii

Programul prezentat constituie un procedeu eficient de rezolvare practică a problemei privind răspunsul dinamic al structurilor etajate supuse mișcărilor seismice. Faptul că întregul proces de calcul se desfășoară pe o singură cartelă, cerînd un număr mic de date inițiale, face ca această rezolvare să fie ușoară și să necesite un timp de lucru foarte redus. Acesta depinde în primul rînd de valoarea primei aproximații ω și de precizia cerută la verificarea condiției de contur, $y_0 = 0$.

În ceea ce privește datele inițiale, se pune problema cunoașterii rigidităților relative de nivel, pe care o vom trata într-un viitor articol.

BIBLIOGRAFIE

[1] Absi, E. : *Calcul des structures*. Annales de l'I.T.B.T.P., dec. 1968, nr. 252.

[2] Beleș, A., Ifrim, M. : *Elemente de seismologie inginerească*. Ed. Tehnică, București, 1962;

[3] Dabija, F. E. : *Calculul frecvențelor și formelor proprii de vibrație ale structurilor etajate prin metoda matricei de transfer* (*Holzer*). Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 3, 1969,

[4] Teodorescu, D. : *Valori proprii și vectori proprii la matrice de ordinul trei. Aplicații la determinarea formelor proprii de vibrație*. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 10, 1969.

[5] Topa, N., Teodorescu, D. : *Unele probleme legate de determinarea formelor proprii de vibrație cu ajutorul calculatoarelor electronice*. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 2, 1969.

Golirea rezervoarelor închise sub presiune variabilă

Ing. **I. RAPPAPORT** şi ing. **ŞT. VINTILĂ**
Institutul de construcţii Bucureşti
Facultatea de instalaţii pentru construcţii

În practica instalaţiilor apar foarte frecvent rezervoare conţinînd diverse fluide (apă, combustibili etc.), înmagazinate în aceste rezervoare şi puse sub presiunea unei perne de gaz (aer, gaz inert etc.) pentru a fi livrate apoi, după necesităţi, la punctele de utilizare.

În literatura de specialitate, golirea acestor rezervoare este analizată, de obicei, fie ca făcîndu-se cu un debit mediu, în funcţie de necesităţile consumatorilor, fie ca făcîndu-se sub efectul unei presiuni medii, pe anumite intervale de timp.

În cele ce urmează se va analiza problema golirii unui asemenea rezervor, cu apă şi aer, urmărindu-se variaţia debitului livrat, în funcţie de timp, respectiv de presiunea din rezervor, putîndu-se determina şi cantitatea totală de apă evacuată, cît şi timpii de golire totală sau parţială a rezervorului.

După cum se va vedea, metoda folosită permite, pe de o parte, o serie de particularizări care duc la simplificarea relaţiilor de calcul, pentru anumite condiţii şi domenii de funcţionare, iar pe de altă parte, extinderea analizei şi pentru alte situaţii de funcţionare, cum ar fi : umplerea rezervoarelor, umplerea şi golirea simultană a rezervoarelor, umplerea şi golirea în condiţii de debit şi presiune obligate, umplerea şi golirea rezervoarelor de combustibil, aer etc.

La un rezervor cu apă, sub presiune (fig. 1), se consideră un orificiu de secţiune s, orificiu de dimensiuni mici, în raport cu dimensiunile rezervorului.

Debitul la acest orificiu poate fi exprimat cu relaţia :

$$Q = \mu\, s \sqrt{2\, g (h + H)} \qquad (1)$$

în care :

Q este debitul de apă la orificiul de ieşire ;
μ — coeficientul de debit al orificiului ;
s — secţiunea orificiului ;
h — înălţimea stratului de apă din rezervor, deasupra orificiului, la un moment dat ;
H — presiunea aerului la suprafaţa apei din rezervor, la un moment dat (în presiuni relative) ;
g — acceleraţia gravitaţiei.

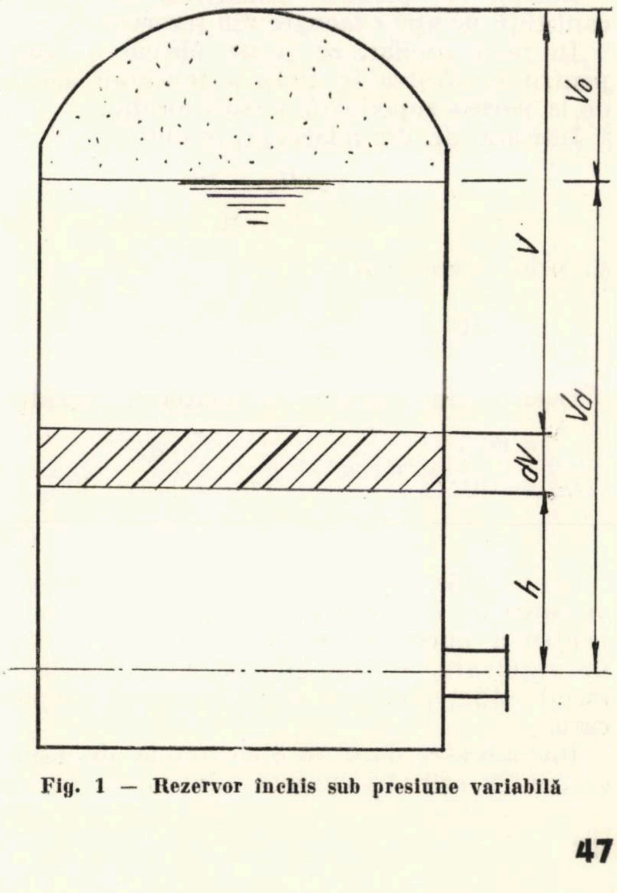


Fig. 1 — Rezervor închis sub presiune variabilă

Dacă se consideră rezervorul cilindric şi se notează cu Ω secţiunea lui transversală, cu V_0 — volumul iniţial al pernei de aer, de la partea superioară a rezervorului, cu H_0 — presiunea iniţială a pernei de aer şi cu V_a — volumul de apă din rezervor (deasupra orificiului de golire), în momentul începerii golirii, se pot scrie relaţiile :

$$dV = \mu s \sqrt{2g(h+H)}\, d\tau \qquad (2)$$

$$V = V_a + V_0 - h\,\Omega \qquad (3)$$

în care dV este cantitatea de apă infinit mică, evacuată în timpul $d\tau$.

Dacă se consideră o transformare izotermică a aerului de la partea superioară a rezervorului, se poate scrie relaţia :

$$(H_0 + 10)\, V_0 = V\,(H + 10) \qquad (4)$$

În această relaţie s-a considerat presiunea atmosferică de 10 m H_2O (presiuni absolute).

Din relaţia (4) se obţine :

$$H = \frac{(H_0+10)V_0 - 10\,V}{V} \qquad (5)$$

şi, în consecinţă, relaţiile (1) şi (2) devin :

$$Q = \mu s \sqrt{2g}\sqrt{h + \frac{(H_0+10)V_0 - 10\,V}{V}} \qquad (6)$$

şi

$$\mu s \sqrt{2g}\, d\tau = \frac{dV}{\sqrt{h + \dfrac{(H_0+10)V_0 - 10\,V}{V}}} \qquad (7)$$

Relaţia (7) permite urmărirea, în timp, a cantităţii de apă evacuate din rezervor.

În mod similar, se poate obţine o relaţie pentru urmărirea în timp a presiunii aerului de la partea superioară a rezervorului.

Într-adevăr, din relaţia (4) se obţine :

$$V = \frac{V_0(H_0+10)}{H+10} \qquad (8)$$

şi, prin diferenţiere :

$$dV = -\frac{(H_0+10)\,V_0}{(H+10)^2}\, dH \qquad (9)$$

Dacă se ţine seama şi de relaţia (2), rezultă :

$$\frac{\mu s\sqrt{2g}}{(H_0+10)\,V_0}\, d\tau = -\frac{dH}{(H+10)^2\sqrt{h+H}}. \qquad (10)$$

În relaţiile (6), (7) şi (10) nu s-a introdus valoarea lui h în funcţie de V, respectiv de H, pentru a putea introduce, într-un prim mod de rezolvare, o simplificare, urmărind a se rezolva apoi problema şi fără această simplificare.

Într-adevăr, dacă se ţine seama de faptul că pentru utilizări curente (alimentare cu apă în scopuri tehnologice, alimentare cu apă pentru stingerea incendiilor etc.), presiunea din recipient variază între 60 m H_2O şi 25 m H_2O, valoarea lui h, care variază între 3 m H_2O şi 1 m H_2O (scăzînd chiar pînă la 0), se poate neglija (se precizează că în aceste limite eroarea asupra debitului este de circa 1% — 2%).

În această situaţie, relaţiile (6), (7) şi (10) devin :

$$Q = \mu s\sqrt{2g}\sqrt{\frac{(H_0+10)\,V_0 - 10\,V}{V}}, \qquad (11)$$

$$\mu s\sqrt{2g}\, d\tau = \frac{dV}{\sqrt{\dfrac{(H_0+10)\,V_0 - 10\,V}{V}}} \qquad (12)$$

şi

$$\frac{\mu s\sqrt{2g}}{(H_0+10)\,V_0}\, d\tau = -\frac{dH}{(H+10)^2\sqrt{H}}. \qquad (13)$$

În vederea integrării relaţiilor (12) sau (13), se procedează ca mai jos.

Pentru integrarea relaţiei (12) se notează :

$$\frac{(H_0+10)\,V_0}{10} = a \quad \text{şi} \quad \mu s\sqrt{2g}\sqrt{10} = b.$$

Atunci relaţia devine

$$b\, d\tau = \sqrt{\frac{V}{a-V}}\, dV.$$

Condiţiile iniţiale sînt : pentru $\tau = 0 \to V = V_0$.

În consecinţă :

$$b\int_\tau^0 d\tau = \int_V^{V_0}\sqrt{\frac{V}{a-V}}\, dV$$

şi se obţine :

$$\tau = \frac{a}{b}\left\{ \operatorname{arc\,tg} \frac{\sqrt{\dfrac{V}{a-V}} - \sqrt{\dfrac{V_0}{a-V_0}}}{1 + \sqrt{\dfrac{V\,V_0}{(a-V)(a-V_0)}}} - \frac{1}{a}\left[\sqrt{V(a-V)} - \sqrt{V_0(a-V_0)}\right]\right\} \qquad (14)$$

Procedînd similar pentru relaţia (13) şi notînd :

$$\frac{\mu s\sqrt{2g}}{(H_0+10)\,V_0} = a$$

se obţine :

$$a\, d\tau = -\frac{dH}{(H+10)^2\sqrt{H}}.$$

Condiţiile iniţiale sînt : pentru $\tau = 0 \to H = H_0$.

În consecinţă :

$$a\int_\tau^0 d\tau = -\int_H^{H_0}\frac{dH}{(H+10)^2\sqrt{H}}.$$

Schimbînd limitele de integrare se obţine:

$$a\int_0^\tau d\tau = \int_H^{H_0} \frac{dH}{(H+10)^2\sqrt{H}}$$

şi integrînd se obţine în final:

$$\tau = \frac{1}{10\,a}\left[\frac{(\sqrt{H\,H_0}-10)(\sqrt{H}-\sqrt{H_0})}{(H_0+10)(H+10)} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\sqrt{10}} \text{ arc tg } \frac{\sqrt{10}(\sqrt{H_0}-\sqrt{H})}{10+\sqrt{H\,H_0}}\right] \quad (15)$$

Forma la care au fost aduse relaţiile (14) şi (15) permite stabilirea perioadei de timp după care s-a evacuat o anumită cantitate de apă ($V - V_0$), sau după care presiunea a scăzut între anumite limite (H_0 şi H).

Se reaminteşte condiţia de valabilitate a simplificării introduse: valoarea lui h să rămînă neglijabilă în raport cu valorile presiunii, adică valorile presiunilor aerului de la partea superioară a rezervorului să nu scadă sub circa 25 m H_2O (la care eroarea este de ordinul a 2%).

În cazul mai general, în care se admite că valorile presiunilor au un ordin de mărime apropiat de h, valoarea acestuia din urmă nu se poate neglija şi, în această situaţie, relaţiile (7) şi (10) se transformă precum urmează:

Din relaţia (3) rezultă:

$$h = \frac{V_a + V_0 - V}{\Omega}$$

şi introducînd în relaţia (7) se obţine:

$$\mu s\sqrt{2g}\,d\tau = \frac{dV}{\sqrt{\frac{V_a+V_0-V}{\Omega} + \frac{(H_0+10)V_0 - 10V}{V}}} =$$

$$= \sqrt{\Omega}\sqrt{\frac{V}{(H_0+10)V_0\Omega + V(V_a+V_0-10\Omega) - V^2}}\,dV.$$

Notînd:

$$\mu s\sqrt{\frac{2g}{\Omega}} = a;\ V_a + V_0 - 10\,\Omega = b;$$

$$(H_0+10)\,V_0\,\Omega = c$$

şi înlocuind mai sus, rezultă:

$$a d\tau = \sqrt{\frac{V}{c + bV - V^2}}\,dV. \quad (16)$$

În mod similar, folosind relaţiile (3) şi (8), rezultă:

$$h = \frac{H(V_a + V_0) + 10\,V_a - V_0 H_0}{\Omega(H+10)}$$

şi introducînd în relaţia (10) se obţine:

$$\frac{\mu s\sqrt{2g}}{(H_0+10)V_0}\,d\tau = -\frac{dH}{(H+10)^2\sqrt{\frac{H(V_a+V_0)+10V_a-V_0H_0}{\Omega(H+10)} + H}} =$$

$$= -\frac{dH}{(H+10)^{3/2}\sqrt{H^2 + \frac{H(V_a+V_0+10\,\Omega)}{\Omega} + \frac{10\,V_a - V_0H_0}{\Omega}}}.$$

Notînd:

$$\frac{\mu s\sqrt{2g}}{(H_0+10)V_0} = a;\quad \frac{V_a + V_0 + 10\,\Omega}{\Omega} = b;$$

$$\text{şi } \frac{10\,V_a - H_0V_0}{\Omega} = c$$

relaţia de mai sus devine:

$$a d\tau = -\frac{dH}{(H+10)^{3/2}\sqrt{H^2 + bH + c}}. \quad (17)$$

Pentru integrarea relaţiei (16) se procedează în modul următor:

Se precizează condiţiile iniţiale: pentru $\tau = 0 \rightarrow V = V_0$.

În consecinţă

$$a\int_\tau^0 d\tau = \int_V^{V_0}\sqrt{\frac{V}{c+bV-V^2}}\,dV.$$

Pentru calcularea integralei din membrul al doilea se face substituţia

$$\sqrt{V} = x;\ V = x^2 \text{ şi } dV = 2\,xdx$$

şi se obţine:

$$\int\sqrt{\frac{V}{c+bV-V^2}}\,dV =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{c}}\int\frac{x^2\,dx}{\sqrt{\left(1+\frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2c}x^2\right)\left(1-\frac{\sqrt{b^2+4c}-b}{2c}x^2\right)}}.$$

Dacă se notează:

$$\frac{\sqrt{b^2+4c}-b}{2c} = m^2, \text{ atunci } \frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2c} = \frac{cm^2+b}{c}$$

şi

$$1 + \frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2c}x^2 = 1 + \frac{c\,m^2+b}{c}x^2$$

iar

$$1 - \frac{\sqrt{b^2+4c}-b}{2c}x^2 = 1 - m^2x^2,$$

de unde

$$\int\sqrt{\frac{V}{c+bV-V^2}}\,dV =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{c}}\int\frac{x^2\,dx}{\sqrt{\left(1+\frac{cm^2+b}{c}x^2\right)(1-m^2x^2)}}.$$

Făcînd substituția:

$$x = \frac{\sqrt{1-z^2}}{m}, \text{ adică } x^2 = \frac{1-z^2}{m^2};$$

$$dx = \frac{-2z}{m\sqrt{1-z^2}}\,dz$$

se obține:

$$\int \sqrt{\frac{V}{c+bV-V^2}}\,dV =$$

$$= -\frac{4}{m^2\sqrt{2cm^2+b}}\int \frac{(1-z^2)\,dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-p^2z^2)}}$$

în care s-a notat:

$$p^2 = \frac{cm^2+b}{2cm^2+b}.$$

Punînd:

$$1-z^2 = \frac{1}{p^2}[(1-p^2z^2)-(1-p^2)]$$

și făcînd substituția:

$$z = \sin\varphi;$$

adică

$$\sqrt{1-z^2} = \cos\varphi \text{ și } dz = \cos\varphi\,d\varphi$$

rezultă:

$$\int \sqrt{\frac{V}{c+bV-V^2}}\,dV =$$

$$= \frac{4}{\sqrt{m^2p^2}\sqrt{2cm^2+b}}\left[(1-p^2)\int\frac{d\varphi}{\sqrt{1-p^2\sin^2\varphi}} - \int\sqrt{1-p^2\sin^2\varphi}\,d\varphi\right]$$

Pentru a fixa limitele se ține seama de substituțiile succesive:

$$\sqrt{V} = x = \frac{\sqrt{1-z^2}}{m} = \frac{\sqrt{1-\sin^2\varphi}}{m} = \frac{\cos\varphi}{m}$$

și deci:

$$\varphi = \text{arc}\cos m\sqrt{V}.$$

Introducînd limitele de integrare se obține:

$$a\int_\tau^0 d\tau = 4\sqrt[4]{b^2+4c}\left[\frac{\sqrt{b^2+4c}-b}{2\sqrt{b^2+4c}}\int_{\text{arc}\cos m\sqrt{V}}^{\text{arc}\cos m\sqrt{V_0}}\frac{d\varphi}{\sqrt{1-p^2\sin^2\varphi}} - \int_{\text{arc}\cos m\sqrt{V}}^{\text{arc}\cos m\sqrt{V_0}}\sqrt{1-p^2\sin^2\varphi}\,d\varphi\right]$$

Dacă se pune

$$p = \sin\theta$$

atunci

$$\theta = \text{arc}\sin\sqrt{\frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2\sqrt{b^2+4c}}}$$

și în final se obține:

$$a\tau = 4\sqrt[4]{b^2+4c}\left\{E\left(\text{arc}\cos m\sqrt{V_0}, \text{arc}\sin\sqrt{\frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2\sqrt{b^2+4c}}}\right) - E\left(\text{arc}\cos m\sqrt{V}, \text{arc}\sin\sqrt{\frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2\sqrt{b^2+4c}}}\right) - \frac{2(\sqrt{b^2+4c}-b)}{\sqrt[4]{b^2+4c}}\left[F\left(\text{arc}\cos m\sqrt{V_0}, \text{arc}\sin\sqrt{\frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2\sqrt{b^2+4c}}}\right) - F\left(\text{arc}\cos m\sqrt{V}, \text{arc}\sin\sqrt{\frac{\sqrt{b^2+4c}+b}{2\sqrt{b^2+4c}}}\right)\right]\right\}$$

în care F și E sînt integrale eliptice de prima speță și de a doua speță, în funcție de φ și θ (vezi „Manualul inginerului'' tabela XV).

În mod similar, se poate proceda și pentru integrarea relației (17), dar ținînd seama de calculul laborios, este indicat a se folosi relația (4) pentru găsirea valorilor corespunzătoare ale lui V (în funcție de H), care se introduc apoi în relația (18).

Modul de tratare de mai sus, după cum s-a mai arătat, poate fi extins la o serie de situații similare, cum ar fi: situația de umplere a rezervorului de apă sub presiune, situația de umplere și golire simultană a unui asemenea rezervor, situația de umplere și golire simultană sau separată la rezervoare de aer etc.

Recomandări pentru autori

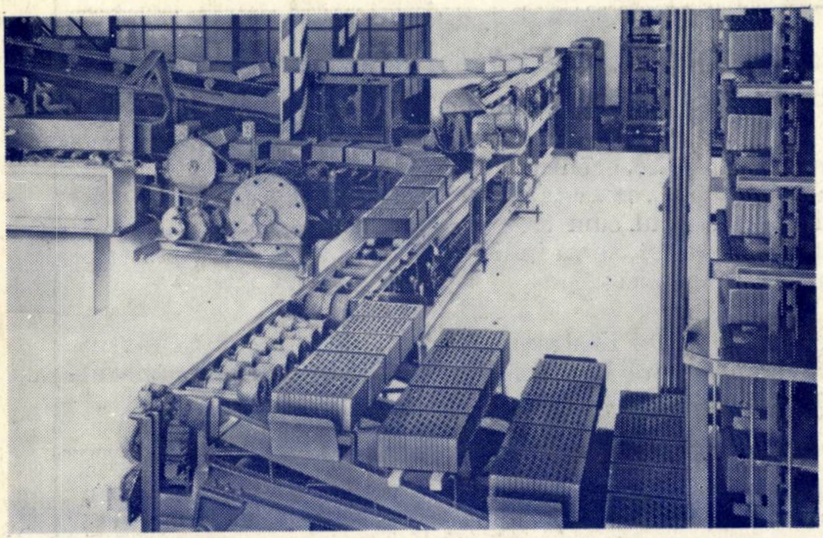
Inginerii constructori din cercetare, învăţămînt, proiectare şi execuţie, care trimit articole spre publicare, sînt rugaţi insistent să ţină seama de următoarele :

TEXTUL	• articolul va fi trimis în **două** exemplare dactilografiate la două rînduri (*nu se primesc materiale scrise pe foiţă*) ; • articolul nu va depăşi **10—12** pagini ;
ILUSTRAŢIA	• figurile care ilustrează articolul vor fi desenate pe calc, pe format de 18—24 cm maximum ; • fotografiile care însoţesc, eventual, articolul vor fi pe hîrtie lucioasă (format 9 × 12 minimum) şi vor avea definiţie bună şi contrast cît mai puternic ; în cazul în care felul cum trebuie aşezată fotografia nu reiese evident din subiectul fotografiat, se va indica marginea superioară printr-o săgeată, pe reversul fotografiei ; • explicaţiile materialului ilustrativ se vor scrie separat de textul articolului, iar pe reversul fiecărei figuri sau fotografii se va indica numărul corespunzător trimiterii din text ;
FORMULELE	• formulele care cuprind litere greceşti sau alte simboluri, ce nu există pe claviatura maşinii de scris, vor fi scrise de mînă **foarte citeţ** ; • indicii şi exponenţii vor fi plasaţi cu toată atenţia ca atare, astfel încît să nu fie posibilă nici o confuzie ;
BIBLIOGRAFIA	• bibliografia articolului va cuprinde : numele şi prenumele (în această ordine) autorului lucrării consultate şi titlul lucrării (în limba originală, dacă lucrarea nu a fost tradusă în l. română) ; apoi — dacă este vorba de o carte : localitatea unde s-a publicat, editura, anul de apariţie ; dacă este vorba de o revistă : titlul revistei (în original), ţara unde apare, numărul şi anul apariţiei ;
REZUMATUL	• pe o foaie separată se va prezenta un rezumat de maximum 10 rînduri al articolului, acest rezumat urmînd a fi tradus de redacţie în limbile engleză, franceză, germană şi rusă ;
AUTORUL	• articolul va fi iscălit cu prenumele întreg (nu iniţiale) şi numele autorului sau autorilor, sub care se va nota locul de muncă ; • pe copia articolului, la sfîrşit, se va nota clar adresa şi numărul de telefon unde redacţia poate lua contact cu autorul.

Manuscrisele neacceptate spre publicare nu se restituie autorilor.

Sute de mii de cărămizi în patru continente sînt produse cu maşinile de fabricat cărămizi

PŘEROV MACHINERY



Vizitaţi expoziţia noastră la Tîrgul Internaţional al construcţiei de maşini, Brno, 11--12 sept. 1971

Această uzină constructoare de maşini din Cehoslovacia are o tradiţie de aproape o jumătate de secol în producţia de maşini pentru fabricat cărămizi. Acest lucru este explicabil într-o ţară vestită pentru bogatele sale zăcăminte de materii prime pentru cărămizi. Uzina poate livra orice utilaj în măsură să satisfacă orice exigenţe ale tehnicii moderne în domeniul fabricării cărămizilor, adică întregul utilaj, inclusiv maşinile pentru exploatarea carierelor de argilă, pentru prepararea şi punerea în tipare, uscarea şi arderea cărămizilor.

Aceste utilaje cuprind:

— linii tehnologice de 20 000 pînă la 50 000 de cărămizi per schimb;
— instalaţii de uscare tip cameră şi tunel
— cuptoare circulare şi cuptoare-tunel, inclusiv dispozitivele de mecanizare necesare.

Întregul utilaj corespunde cerinţelor actuale, acordîndu-se cuvenita atenţie celor mai recente cunoştinţe din domeniul tehnologiei şi economiei termice, precum şi al mecanizării şi procesului de ardere.

Livrăm instalaţii complete pentru fabricarea cărămizilor, precum şi maşini separate.

Uzina poate livra, de asemenea, instalaţii complete pentru fabricile de ciment, cuptoare de var, instalaţii de concasare, instalaţii de sortare, precum şi instalaţii pentru fabricarea produselor de ceramică fină şi ordinară.

Pentru informaţii detaliate şi comenzi, adresaţi-vă la

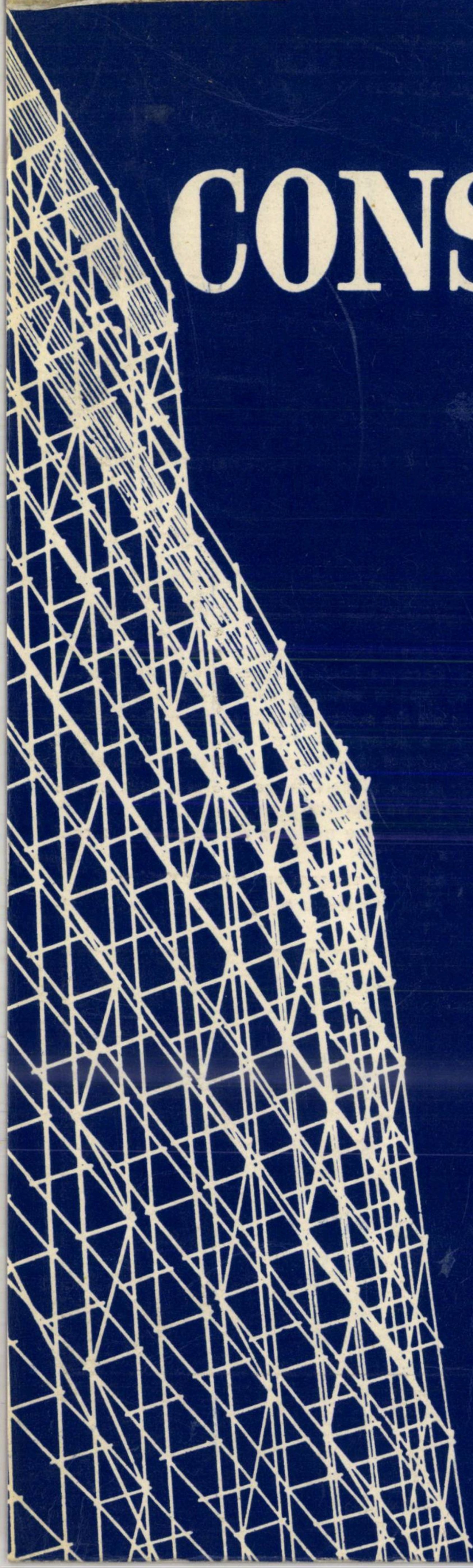
pragoinvest

CESKOMORAVSKA 23 PRAGA, CEHOSLOVACIA

Publicom

E1688

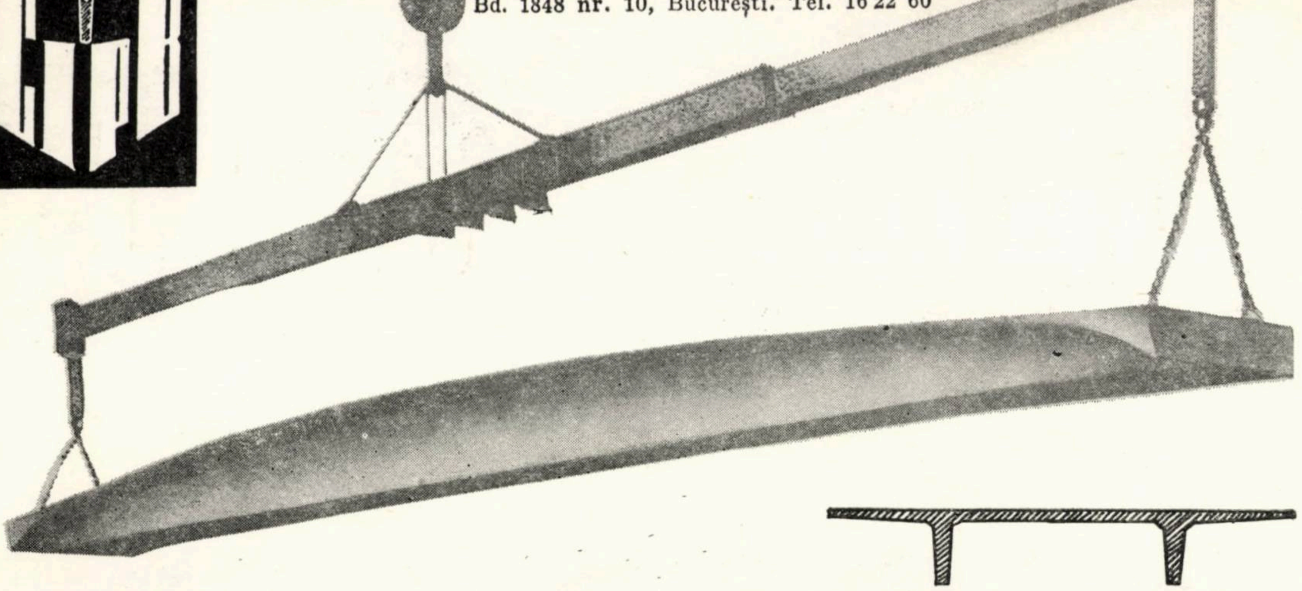
CONSTRUCȚII



10—11
1971

CENTRALA INDUSTRIALA DE PREFABRICATE DIN BETON

Bd. 1848 nr. 10, București. Tel. 16 22 60



ELEMENTE TT CURB DIN BETON PRECOMPRIMAT PENTRU ACOPERIȘURI INDUSTRIALE CU DESCHIDERI DE 12-15-18 ȘI 24 m ȘI LĂȚIMI DE 1,5-2-2,4 ȘI 3 m

■ Centrala industrială de prefabricate din beton produce instalații de formare autonome ce asigură toleranțe dimensionale minime

■ Sînt cele mai economice soluții de acoperiș, avînd consum redus de beton, oțel și manoperă (oțel: 8—10 kg/m², beton : 8—12 cm/m²)

■ Asigură un ritm de execuție rapid, atît în fabrică, cît și pe șantier

■ Reduc la minimum înălțimea structurii acoperișului

■ Pot realiza o bună șaibă antiseismică

■ Permit practicarea de goluri pentru luminatoare și ventilație

DOUBLE T BENT ELEMENTS OF PRESTRESSED CONCRETE FOR INDUSTRIAL ROOFING (12-15-18, AND 24 METRE SPANS AND 1.5-2-2 4 AND 3 METRE WIDTHS)

■ The Group of Industrial Enterprises for the Production of Concrete Prefabs offers self-contained moulding equipments ensuring minimum size allowances

■ They are the most economic solutions for roofing, featuring a reduced consumption of concrete, steel and labour (steel : 8—10 kg/m²; concrete: 8—12 cm/m²)

■ They ensure a rapid tempo of work, both in the factory and on the site

■ They reduce to a minimum the height of the roof structure

■ They can achieve a good anti-seismic rigidity

■ They permit to create skylight recesses and ventilation gaps

ELÈMENTS DE CONSTRUCTION EN DOUBLE T COURBE EN BÉTON PRÉCOMPRIMÉ POUR DES TOITURES INDUSTRIELLES À PORTÉES DE 12-15-18 ET 24 m ET LARGEURS DE 1,5-2-2,4 ET 3 m

■ *La Centrale Industrielle de Préfabriqués en Béton produit des installations autonomes pour la préfabrication, qui garantissent des tolérances dimensionnelles minimes*

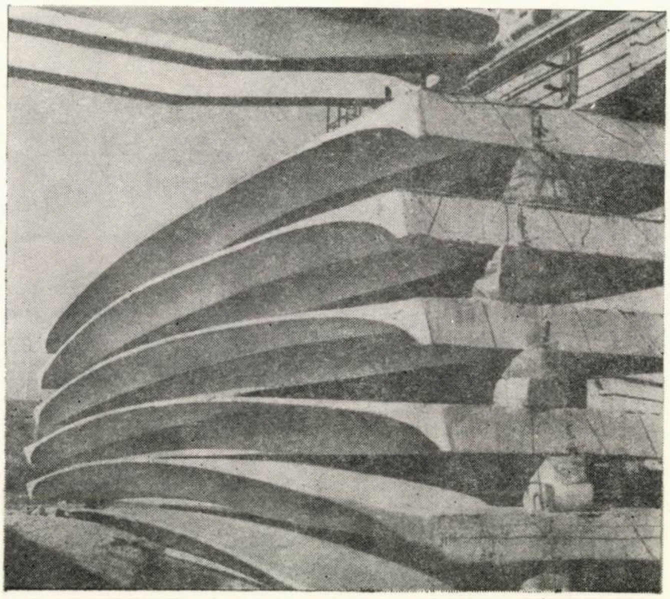
■ *Ce sont les plus économiques solutions pour les toitures, ayant une consommation réduite de béton, acier et main-d'oeuvre (acier : 8—10 kg/m², béton : 8—12 cm/m²)*

■ *Ils assurent un rythme rapide d'exécution tant dans l'usine que sur le chantier*

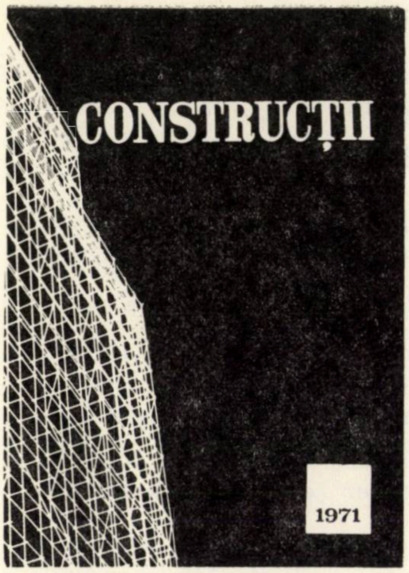
■ *Ils réduisent au minimum la hauteur de la structure du toit*

■ *Ils sont en mesure de réaliser une bonne rigidité antiséismique*

■ *Ils permettent de pratiquer des ouvertures pour des chassis à tabatière et pour la ventilation*



Nr. 10 – 11/1971
ANUL XXIII



CUPRINS

NUMĂR SPECIAL

DEDICAT PROBLEMELOR TIPIZĂRII CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

REALIZAT CU CONCURSUL I.P.C.

Ing. Matei GHIGIU — *ministrul construcțiilor industriale*
Cuvînt de deschidere a sesiunii de comunicări tehnico-științifice a I.P.C. 1

Ing. Petru VERNESCU — *director I.P.C.*
Realizări în tipizarea construcțiilor industriale în 15 ani de activitate 4

Ing. Dinu ELIADE — *șef sector M. C. Ind.*
Tipizarea, pîrghie în activitatea de directivare pe linia industrializării construcțiilor 16

Ing. Mircea LUPAN — *director-adjunct științific INCERC*
Interdependența între cercetarea științifică și proiectarea tip în procesul de dezvoltare tehnică a construcțiilor industriale 19

Prof. ing. Gheorghe CĂLIN — *șef de catedră, Institutul de construcții București*
Participarea catedrei Construcții de beton armat la introducerea și dezvoltarea tipizării în construcții 24

Ing. Ioan VASILESCU — *director general C.I.P.B.*
Influența tipizării asupra producției de masă a elementelor prefabricate pentru construcții industriale 32

Ing. Ara TACORIAN — *șef sector M. C. Ind.*
Influența tipizării asupra duratei de execuție . 38

Prof. ing. Mircea MIHAILESCU — *Institutul politehnic Cluj.*
Proiectarea de prototipuri — obiectul tipizării construcțiilor 43

Ing. Nicolae POPA — *director I.P.I.M.C.*
Rezultatele obținute în proiectarea și realizarea investițiilor din industria materialelor de construcții prin aplicarea tipizării 46

Ing. Mircea VERNESCU *(inginer șef)*, **ing. Nicolae ALBU, ing. Mihai SCORȚESCU** *și* **arh. GICU POPESCU** — *I.P.C.M.*
Utilizarea proiectelor tip și refolosibile la proiectarea construcțiilor industriale din ramura construcțiilor de mașini 52

CONSTRUCȚII

revistă a
MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE
editată de
C.D.C.A.S.

REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Ing. Miron MASARIU, ing. Mircea STANCU *(inginer șef) — I.P.I.U.*
Tipizarea și efectele ei în proiectarea și realizarea investițiilor în industria ușoară 57

Arh. Ion ENESCU și arh. Radu CREȚOIU — *I.P.C.*
Tipizarea și arhitectura industrială 60

Ing. Dragomir STOICOVICI — *I.C.P.I.L.*
Tipizarea și industrializarea construcțiilor din industria lemnului 62

Ing. Constantin SĂNĂTESCU — *inginer șef IPRAN*
Realizări obținute de IPRAN în activitatea de tipizare a construcțiilor în condițiile particularităților industriei chimice anorganice și a îngrășămintelor 67

Ing. Miron BĂLTĂȚEANU *(inginer șef) și* **ing. Romulus ROMANO** — *I.P.C.*
Creșterea gradului de tipizare și prefabricare la proiectarea investițiilor proprii ale Ministerului Construcțiilor Industriale 73

Ing. Gheorghe SĂNDULESCU — *I.P.C.*
Evoluția concepției de proiectare a elementelor tipizate utilizate la realizarea halelor industriale . 79

Ing. Mioara DABIJA, ing. Cornelia NELEPCU *și* **ing. Rodica VASILESCU** — *I.P.C.*
Rezolvări actuale și de viitor pentru hale industriale parter 85

Ing. Liliana MAREȘ, ing. Mioara DABIJA *și* **ing. Radu GIURGEA** — *I.P.C.*
Soluții pentru structuri de hale industriale etajate realizate prin prefabricare 90

Ing. Grigore DASCĂLU și ing. Theodor GIURGEA — *I.P.C.*
Studii I.P.C. privind utilizarea elementelor prefabricate la alcătuirea halelor industriale în regiuni seismice 94

Ing. Crucița IACOB, ing. Dinu NELEPCU, ing. Grațiela VIESPESCU, ing. Mihai MIHALACHE, ing. Daniela VENAT și ing. Liviu DAȘCHEVICI — *I.P.C.*
Studii de soluții industrializate în rezolvarea castelelor și rezervoarelor de apă 96

Ing. Dan CĂPĂȚÎNĂ, ing. Gheorghe CRISTEA *și* **matematician Dan COCORA** — *I.P.C.*
Unele probleme ridicate de introducerea calculatoarelor în proiectarea structurilor 105

Ing. Gheorghe MIHALACHE și pr. Victor BOBICI — *I.P.C.*
Metodă rapidă pentru elaborarea graficelor-rețea. 109

Ing. Anatolie CAZACLIU — *inginer șef I.P.C.*
Probleme de perspectivă în tipizarea construcțiilor industriale 117

Ing. Achile PETRESCU, ing. Rodica GRIGORE, ing Mihai IONESCU, ing. Gheorghe GHEORGHIU și **ing. Gheorghe GEORGESCU** — *I.P.C.*
Necesitatea de tipizare a instalațiilor de încălzire și ventilare ale halelor industriale 120

Ing. Anton TEODORESCU, ing. Mihai DONCIU *şi* ing. Horea REIZEL — *I.P.C.*
Tipizarea instalaţiilor în cadrul organizării şantierelor 122

Ing. Georgel ASANDEI — *inginer şef I.P.C.*
Consideraţii privind influenţa tehnologiei de execuţie asupra procesului de proiectare a construcţiilor 124

Ing. Mircea LUPU — *I.P.C.*
Soluţii noi de realizare a obiectelor pentru organizarea şantierelor 129

Ing. Ion NEAGU — *I.P.C.*
Observaţii privind organizarea şantierului în condiţiile industrializării activităţii de construcţii-montaj 136

Ing. Ştefan BUSUIOC — *I.P.C.*
Aspecte privind realizarea prefabricatelor în poligoane de şantier 143

SUMMARY

On the 8th and 9th of April, 1971, a session of reports organized by the Building Design Institute (I.P.C.) on the occasion of the anniversary of 15 years activity in the field of typification of industrial constructions, was held in Bucharest.

This special issue of our review includes the papers and reports presented at this session.

P. VERNESCU — Achievements in the field of industrial construction typification in 15 years activity.

In the paper, the author makes a concise survey of the achievements in the main fields where the typification of industrial construction has had remarkable results.

He presents especially the main stages of the development of industrial halls structural systems and makes at the same time a short analysis of the elements which have conditioned the progress in this field.

Beside the qualitative factors set out, the author also shows the technical and economic results which have been achieved due to typification.

D. ELIADE — Typification : a lever in the activity of guiding the trends in the industrialization of constructions.

The author stresses the important part played by typification in the industrialization of constructions and its contribution in supporting the guidance of the introduction of technical progress.

M. LUPAN — The interdependence between scientific research and standard designing in the process of technical development of industrial constructions.

In the paper, the author shows how research, in co-operation with standard designing, has contributed to the evolution of the development of constructive and technological solutions for the execution of typified industrial halls with prefabricated units. He also shows the close interdependence which should exist between research and standard designing in view of the future perfection of industrialized solutions of structures within the present context of the interaction between science and technology — and the necessity of including them in the integrated and planned development activity.

GH. CĂLIN — The participation of the Chair of reinforced concrete constructions of the Bucharest Institute for Constructions to the introduction and development of typification in constructions.

The industrialization of the execution of the works compels us to refer to the principles of typification in the elaboration of constructions and it completes designing with a complex of investigations, researches and experiments for the specification of the data required for the elaboration of the design. The diversity and importance of the problems which have to be studied has involved in this action the organizations for research, design and execution, the university staff and men of science.

The Chair of reinforced concrete constructions brought and keeps bringing its contribution. However, the part it plays is a double part : on the one hand it participates in the preparation and development of new trends in the execution of reinforced concrete constructions, and on the other hand it trains the future high technical staff so that they assimilate and be able to develop this technique.

I. VASILESCU — The influence of typification on the mass production of prefabricated units for industrial constructions.

The efficiency of the method of execution with prefabricated units has led in 1970 to an output double of that of 1965. The typification of constructions has determined the development of the prefab units industry, the increase of the industrialization degree, the reduction of specific material consumption, the application of up-to-date manufacturing technologies, the utilization of complex shaping plants, the mechanization and automation of certain operations, the special training of staff, a reduced consumption of labour and increased labour productivity in factories, the utilization of high strength steels, of welded wire fabrics, of high mark cements, etc.

The evolution of structures, especially through the increased importance of prestressed concrete units, has led to the achievement of structures with a high degree of universality and superior technical and economic indicators.

A. TACORIAN — The influence of typification on completion time.

After some considerations referring to completion time as affected by the typification of constructions and of building units, the author presents a series of examples by means of which he shows the way the introduction of typification has affected the completion period. The examples refer both to job management and construction works. The favourable influence exerted by typification upon the process of preparation of the works is especially stressed.

In conclusion, the author makes suggestions for the activity of contractors and constructors which should be oriented towards increasing the degree of industrialization of the works, suggestions resulting from the experience of our building-erection groups.

M. MIHAILESCU — The designing of prototypes — object of the typification of constructions.

The author's view is that the evolution of technique has proceeded by way of carrying out prototypes, each representing, in its time, advanced steps of quality.

He maintains that the designing of prototypes supposes a convergent way of thinking in order that the material object may result as well-shaped as possible, that it be able to function as an organism similar to the living models in nature.

N. POPA : The results obtained in the design and realization of investments in the building material industry by applying typification.

The paper presents a survey of the way the Design Institute of the Building Materials Industry (IPIMC) has approached and solved the problem of typification in the realization of investments within the Ministry for the Building Materials Industry.

In the context of an ever increasing volume of investments, the author presents the progress made

in using for designing the standard designs and sections elaborated by the Design Institute of Standard Constructions.

Particular attention is given to the extension of the typified units to constructions where these have not generally been used (trestles, storied halls, etc.).

An important place in the account is taken, by the presentation of the actions undertaken by IPIMC to enlarge the range of typified units and to increase the degree of industrialization of constructions.

M. VERNESCU, N. ALBU, M. SCORȚESCU, G. POPESCU — The utilization of standard, reusable designs in the designing of industrial constructions in the machine-building branch.

The report analyzes the concern existing in the activity of the design groups in the Design Institute for Machine Building (IPCM) for increasing the degree of reutilization in the elaboration of the technical and economic documents for investment works.

In this respect, the authors present the mode of utilization of the standard and reusable designs elaborated by the Building Design Institute and by other design institutes, as well as by the IPCM.

Thus, the authors present the results obtained up to 1970, as well as the outlook up to 1972 concerning the executive projects for: total investment values ; building and erection values ; the share of Building & Erection in the investment values ; the part of typification and reuses in the total value of B & E ; hours of designing for one million lei investment ; hours of designing for one million lei B & E ; the reduction in the consumption of scarce materials (cement, wood, metal).

Further are shown the conditions which should give in the future (after 1972) even better results.

M. STANCU, M. MASARIU : Typification and its effects in the design and realization of light industry buildings.

Typified prefabricated units for halls in the light industry have been used for structures.

Standard designs elaborated by the I.P.C. have been applied to part of the halls. Standard designs have also been elaborated for certain objects of the general plan of thermal power stations (conditioning works), etc.

The part played by the co-operation with the I.P.C. in the elaboration of new standard designs is stressed.

I. ENESCU, R. CREȚOIU : Typification and industrial architecture.

The activity of architects in the typification of industrial constructions has been directed particulary to solving the closing of buildings, implications of aesthetical order resulting therefrom.

Considering the present stage, the paper aims at setting off the rightful trends of the solutions for closing industrial buildings in the light of present techniques and materials.

D. STOICOVICI — The typification and industrialization of constructions in the wood-processing industry.

The report surveys the conceptions upon which the designing of buildings in the wood-processing industry has been based, in various characteristic stages, mentioning at the same time the types of structures adopted and the typified elements entering in their composition.

The author further presents some technical and economic aspects of the solutions adopted for ground-floor halls, storied halls and overhead runways. He also analyzes some technical and economic points of view concerning the characteristics of the standard designs specific to the wood-processing industriy.

C. SĂNĂTESCU — Results obtained by IPRAN in the typification of constructions in conditions particular to the inorganic chemical and fertilizers' industry.

In the introduction, the author stresses the specific character of these constructions which should meet the complex requirements of some processes in continuous technical development, particularly varied as regards flow and environment. He further specifies that, following the accumulated experience, typification has become of major concern for the Institute and it has developed in several directions, aming especially at reducing the weight of constructions and the flexibility of manufacturing spaces.

The author further reviews the reutilizations of the Institute's designs as regards the degree of industrialization and time saving achieved, giving examples of industrial and auxiliary objects as well as of structures of subassemblies specific to the chemical industry. He also analyzes the reutilizations achieved on the basis of designs worked out by other institues. Finally he studies the efficiency of typification in the Institute of Design for the Inorganic Chemistry.

M. BĂLTĂȚEANU, R. ROMANO — The increase of the degree of typification and prefabrication in designing the Ministry of Industrial Constructions' own industrial units.

In the paper are presented the characteristics of the Ministry of Industrial Constructions' own industrial units : factories for concrete prefabricated units, steel fabrics and constructions factories, units and prefabs for installation and erection, spare parts works, exploitation and maintenance auto and equipment stations, complex production bases for building enterprises and large building sites, etc., and the methods selected for the maximal possible utilization of standard designs and for the increase of the prefabrication degree.

The author particularly insists upon the solutions adopted in the last years (1967—1971) for hall structures and hall closings.

GH. SĂNDULESCU — The evolution of the conception of designing typified reinforced concrete and prestressed concrete units used in the building of industrial halls.

The paper includes an account of the connection between the evolution of the design conception of concrete prefabricated units and the technological possibilities of execution which in their turn develop in time. From this point of view, the characteristic aspects of designing typified units are specified, a design where the technological conditionings required by the industrial character of the output determine the evolution of thinking in designing.

Considerations are also made on the possibilities of specifying some optimal conditions, as well as on the cyclation of the categories of solutions in time, which create a typological and technological diversification.

Finally, the aspects of the moral wear of designing and technological conceptions in time are interpreted, examples being given and some observations being made on the future development.

M. DABIJA, C. NELEPCU, R. VASILESCU : Actual and future solutions for ground-floor industrial halls.

In connection with the present requirements, the paper presents the trends now followed by the typification of the industrial ground-floor halls.

Main topics :

—the extension of the utilization of prefab typified units of prestressed concrete to structures with large

spans (24 m) or for structures with square-shaped space between posts (15 × 15 m ; 18 × 18 m) ;

— the diversification of the types of prefabricated units in view of composing some structures of varied functions ;

— the reduction of the net weight of the roof frame by adopting some suggestions for light closing plates or some mixed structures.

The paper makes a survey of the solutions suggested in the present stage, correlated with the increase of the industrialization degree of execution and material consumption saving and it shows the field for which each type of solution seems rational.

Finally, considerations are made on the future trends in solving problems of structure for industrial ground-floor halls.

L. MAREŞ, M. DABIJA, R. GIURGEA : Solutions for structures of industrial storied halls achieved through prefabricated units.

The report presents some important problems connected with the possibility of increasing the degree of industrialization of execution in the structures of industrial storied-halls, which have been the object of the studies carried out by the I.P.C.

The material includes a survey of the types of structures studied, the characteristics of each type of solution being pointed out separately, as well as the field of application for which it seems rational.

The authors present the general conception which has been at the base of the structure formation, as well as the solutions suggested for distances between posts of 6 × 6 m ; 9 × 6 m and 12 × 6 m, the number of storyes up to ground-floor + 5, storey height 4.80 — 5.40 m ; useful loads on floor : 500 kg/sq.m — 1,500 kg/sq.m.

Finally, the trend of development of these structures is shown, keeping into account the probable requirements and the capacities of execution and erection of the prefab units in Romania.

TH. GIURGEA, GR. DASCĂLU — Studies carried out by the Building Design Institute concerning the utilization of prefabricated units in the erection of industrial ground floor halls in seismic regions .

The report presents the studies carried out by the I.P.C. and their conclusions concerning the construction of industrial ground-floor halls out of prefabricated units in the seismic conditions of Romania.

C. IACOB, D. NELEPCU, G. VIESPESCU, M. MIHALACHE, D. VENAT, L. DAŞCHEVICI : Studies of industrialized solutions for water towers and water reservoirs.

The report presents a series of studies of modern construction solutions, highly industrialized and of varied geometrical shapes, concerning water towers and reservoirs, designed to be typified in the following capacity ranges : for water towers : 50—1000 cu.m., 15 m up to 40 m high, and for reservoirs, 50—20 000 cu.m.

The paper is concerned with the most characteristic constructive, technological, static and economic aspects which set out a new general conception of these engineering structures, based on their realization with industrial methods, by using the full fabrication and assembling the precast units by prestressing on the site and, in case of water towers, the use of lifting up or of sliding.

D. CĂPĂŢÎNĂ, GH. CRISTEA, D. COCORA : Some problems raised by the introduction of electronic computers in the design of structures.

The paper presents :

— information about the content of the program library available at the I.P.C. ;

— the present concern of the I.P.C. for the elaboration of a system of programs for the automation of design ;

— the implications and consequences of the introduction of computers in the design activity.

GH. MIHALACHE, V. BOBICI — A quick elaboration method of the network-graphs for the job programming and management.

Starting from the fact that the practice of applying the network-graph method to the programming of the works carried out by the units of the Ministry of Industrial Constructions showed that too much time was required to draw up these graphs, in the present work a new method of drawing them up is suggested, in which certain means and adequate devices (magnet plates, sheet-covered panels and special writing and erasing means) are used, and the perfecting of the whole graph is to be achieved with the participation of all the factors concerned, eventually in several versions.

The elaboration time is reduced by about one third.

A. CAZACLIU — Long-range problems concerning the typification of industrial constructions.

The author presents the conception upon which is based the development of the typification and industrialization of the execution of industrial constructions with in the I.P.C.

The field considered are the following : the perfecting of present systems and methods used ; the completion of the available standard designs ; the extension of the typification ranges.

The author further presents the various forms of typification used by the I.P.C., as well as the elements which condition the progress in the activity of designing and executing the industrial constructions.

A. PETRESCU, R. GRIGORE, M. IONESCU, GH. GHEORGHIU, GH. GEORGESCU : Typification requirements of heating and ventilation plants in industrial halls.

The authors present in the paper the main categories of typifications in installations, the present stage of typification and the actions envisaged for the future.

It results that, on the ground of some principle studies — which are being elaborated — it is possible to conceive a plan meant to cover the typification requirements.

A. TEODORESCU, M. DONCIU, H. REIZEL : The typification of installations within the organization of construction sites.

The paper points out the necessity of approaching some additional conditions in the tiypification of installations designed for the organization of construction sites, as compared to the similar installations of industrial units proper.

The problems which arise result from the fact that the duration of the utilization of installations on construction sites is much shorter than their time of wear.

The authors indicate the ways this drawback can be reduced by adding to the elements specific to the typification of installations some additional conditions designed to ensure the recovery of the installation units and to ensure their repeated utilization on other construction sites.

G. ASANDEI — Considerations concerning the influence of the execution technology on the process of construction designing.

The author analyzes the interconditioning relation between the factors which characterize the construction elaboration process and those referring to the method of their actual achievement, pointing out qualitatively the influence of the execution technology on the optimization criteria of the design solutions.

Examples are given by reference to some up-to-date construction technologies, and especially the results are shown of some experimental researches concerning the influence of the wall effect on the physical and mechanical characteristics of some reinforced concrete constructions executed in various framing solutions.

M. LUPU — New methods for solving the problem of dismountable objects for the organization of the construction site.

The increase of the degree of industrialization of constructions compels us to consider again the conceptions for the execution of the construction site organization objects.

The report presents the principal conclusions of the substantiation studies elaborated in this respect by the I.P.C.

Aiming at abandoning the temporary character of the organization works on site, the author analyzes a wide range of solutions for various exploitation durations on the same location, solutions of mobile character, dismountable or fixed, achieved with up-to-date, efficient material.

He points out the most characteristic solutions conceived for organization objects, stressing the results of some experimental works carried out in view of their introduction into production.

I. NEAGU — Observations concerning the organization of the construction site in the conditions of industrialization of building-erection works.

The industrialization of building-erection works compels us to adapt to the conditions of this activity the language and economic procedures used in industry.

The paper includes some aspects concerning :

— the elaboration of designs to be reused for the construction site organization ;

— the determination of the value of the management objects on a given location ;

— the influence of technical and economic parameters of the secondary production section upon the cost price of the products.

The report is based on the practical design activity in the IPC concerning the problems of organization of the construction site as regards the industrial platforms of Tîrgoviște, Tulcea, etc.

ST. BUSUIOC — Aspects concerning the manufacture of precast units on the construction sites

The author sets off some technical and economic aspects regarding the making of concrete prefabricated units on the construction sites organized within the production bases of the large industrial platforms which are achieved by the units of the Ministry of Industrial Constructions.

The output capacity of these precast manufacturing yards is 5,000—10,000 cu.m./year.

The current production will be mainly directed towards covering the requirements in small-lot prefabricated units and to take over the peaks of demand which industry is not able to deliver on time.

The technologies adopted cover the manufacture of reinforced concrete and prestressed concrete units of maximum 18 m length and up to 10 t weight, by using equipments easy to operate and to maintain, exclusively produced in Romania.

SOMMAIRE

Le 8 et 9 avril 1971 a eu lieu à Bucarest une session d'information, organisée par l'Institut pour l'Etablissement de Projets en Construction (I.P.C.) à l'occasion du 15ème anniversaire de l'activité de typisation des constructions industrielles.

Le présent numéro spécial de notre revue contient les communications et les rapports présentés à cette occasion.

P. VERNESCU : Réalisations dans la typisation des constructions industrielles pendant 15 ans d'activité

Le rapport passe en revue les réalisations dans les principaux domaines dans lesquels la typisation des constructions industrielles a eu des résultats remarcables.

On présente spécialement les principales étapes de développement des systèmes structuraux pour les halles industrielles, ainsi qu'une brève analyse des éléments qui ont conditionné le progrès dans ce domaine.

Outre les facteurs qualitatifs présentés, on montre aussi les résultats technico-économiques dus à l'activité de typisation.

D. ELIADE : La typisation, facteur déterminant dans l'activité directive en vue de l'industrialisation des constructions

On souligne l'importance de la typisation pour l'industrialisation des constructions et la contribution de celle-ci en ce qui concerne l'activité dirigée dans le sens de l'introduction du progrès technique.

M. LUPAN : L'interdépendance de la recherche scientifique et de l'élaboration de projets types dans le procès de développement technique de la construction industrielle

Dans la communication on présente la modalité par laquelle la recherche, en collaboration avec l'activité d'établissement de projets types, ont contribué à l'évolution du développement des solutions constructives et technologiques pour l'exécution des halles industrielles typisées, avec des éléments préfabriqués.

De même on montre l'interdépendance serrée qui doit exister entre la recherche et l'établissement de projets types en vue du futur perfectionnement des solutions industrialisées des structures — dans l'actuel contexte de l'interaction de la science et de la technologie — et la nécessité de les englober dans une activité integrée et planifiée de développement.

GH. CĂLIN : La participation de la chaire de constructions en béton armé de la Faculté de Constructions de Bucarest à l'introduction et au développement de la typisation dans la construction

L'industrialisation de l'exécution des travaux impose les principes de typisation dans la construction et ajoute à la création de projets un complexe d'études, recherches et expérimentations, pour la précision des données nécessaires à l'élaboration du projet. La diversité et l'importance des problèmes qui doivent être étudiés, ont conduit à l'entrainement des organisations de recherche, d'établissement de projets et d'exécution, des cadres de l'enseignement et des hommes de science, dans cette action.

La chaire de „Constructions en Béton Armé" a eu et continue d'avoir sa contribution permanente. Mais son rôle est double : d'une part, de participer à la préparation et au développement de la nouvelle orientation dans la réalisation des constructions en béton armé, et de l'autre, de donner aux futurs cadres techniques supérieurs la préparation nécessaire pour s'approprier et pouvoir développer cette technique.

I. VASILESCU : L'influence de la typisation sur la production en grande quantité des éléments préfabriqués pour les constructions industrielles.

L'efficacité de la méthode de bâtir à l'aide des éléments préfabriqués a permis de doubler la production en 1970 en comparaison avec 1965.

La typisation a déterminé le développement de l'industrie des préfabriqués, a poussé le degré d'industrialisation, a réduit les consommations spécifiques de matériaux, a conduit à l'emploi des technologies modernes de fabrication et des installations complexes de moulage, à la mécanisation et l'automation de certaines opérations, à la spécialisation des cadres ; a réduit la main d'oeuvre et a augmenté la productivité du travail dans les fabriques, a imposé l'emploi des aciers de haute résistance, des treillis soudés, des ciments supérieurs etc.

L'évolution des structures due spécialement au développement du pourcentage des éléments en béton précontraint, a conduit à la réalisation des structures ayant un degré élevé d'universalité, ainsi qu'à des indicateurs technico-économiques supérieurs.

A. TACORIAN : L'influence de la typisation sur la durée de l'exécution

Après certaines considérations sur la durée de l'exécution, vue la typisation du bâtiment et de ses éléments, on présente une série d'exemples démontrant la manière dont l'introduction de celle-ci a influencé la réduction de la durée de l'exécution. Les exemples se réfèrent tant aux travaux d'organisation qu'aux travaux proprement-dits.

On fait mention de l'influence favorable que la typisation exerce sur le procès préparatoire des travaux.

On conclut en faisant des propositions déstinées aux entrepreneurs ou constructeurs pour l'accroissement du degré d'industrialisation des travaux, propositions résultées de l'expérience de nos unités de construction et montage.

M. MIHAILESCU : L'élaboration de projets de prototypes — l'objectif de la standardisation dans le bâtiment

L'auteur avance l'idée que le développement de la technique s'est réalisé grâce aux prototypes qui ont représenté, chacun à son tour, des degrés avancés de qualité.

Il affirme que l'élaboration des projets de prototypes suppose une manière de penser convergente pour que l'objet matériel résulte le plus complet possible, qu'il soit capable de fonctionner comme organisme selon les modèles vivants de la nature.

N. POPA : Les résultats obtenus dans le domaine de l'établissement de projets et la réalisation des travaux dans l'industrie des matériaux de construction en employant la typisation

L'ouvrage offre une vue d'ensemble sur la manière dont l'Institut d'Etablissement des projets pour l'Industrie des Matériaux de Construction (I P I M C) a abordé et résolu le problème de la typisation pour la réalisation de travaux entrepris par le Ministère de l'Industrie des Matériaux de Construction. Dans le contexte d'un volume croissant de travaux, on présente les progrès obtenus par l'emploi des projets et sections type, élaborés par l'Institut d'Etablissement des Projets, pour les Constructions Type (I P C T).

Une attention spéciale a été accordée à l'extension des éléments typisés dans les constructions où généralement ils n'étaient pas usités (estacades, halles étagées, etc.).

Une place importante dans le rapport est occupée par la présentation des actions entreprises par l'I.P.I.M.C. pour élargir la gamme des éléments typisés et accroître le degré de l'industrialisation du bâtiment.

M. VERNESCU, N. ALBU, M. SCORȚESCU, G. POPESCU : L'emploi des projets type et réutilisables dans les constructions industrielles nécessaires à l'industrie des constructions de machines.

Le rapport fait une analyse des préoccupations qui existent dans l'activité des equipes d'ingénieurs et techniciens d'études dans le cadre de l'Institut d'Etablissement de Projets pour l'Industrie des Constructions de Machines (I.P.C.M.), en vue d'élever le degré de réutilisation de ces projets quand on élabore les documentations technico-économiques.

Dans ce sens on présente la manière dont on a utilisé les projets-type et réutilisables, élaborés par l'Institut d'Etablissement des Projets pour le Bâtiment (I.P C.), ainsi que ceux des autres instituts similaires, parmi lesquels l'I.P.C.M.

Ainsi, sont présentés les résultats obtenus jusqu'en 1970, ainsi que les perspectives d'avenir jusqu'en 1972, en ce qui concerne les projets d'exécution pour :

— valeurs totales des travaux ;

— valeurs des constructions et montages (C+M) ;

— le pourcentage représenté par les C+M de la valeur des travaux ;

— le pourcentage représenté par la typisation et la réutilisation de la valeur des C+M ;

— heures de travail aux projets pour un million Lei ;

— heures de travail aux projets pour un million Lei de C+M ;

— la réduction de la consommation des matériaux déficitaires (ciment, bois, métal).

On montre les conditions réquises afin qu'à l'avenir (après 1972) les résultats soient plus efficients.

M. STANCU, M. MASARIU : La typisation et ses effets dans l'établissement de projets et la réalisation de constructions destinées à l'industrie légère

On a réalisé des structures en éléments préfabriqués typisés pour les halles de l'industrie légère.

Pour une partie des halles ont servi les projets-type élaborés par l'Institut d'Etablissement de Projets en Construction (I.P.C.). On a élaboré des projets-type aussi pour quelques-uns des objets du plan général avec des centrales thermiques (usines de conditionnement) etc.

On souligne le rôle de la collaboration avec l'I.P.C. dans l'élaboration de nouveaux projets-type.

I. ENESCU, R. CREȚOIU : La typisation et l'architecture industrielle

L'activité des architectes dans la typisation de la construction industrielle s'est dirigée spécialement vers la solution des clôtures de la construction, en résultant des implications d'ordre esthétique.

Vu l'état actuel, le rapport se propose de montrer les tendances légitimes des solutions pour clôtures des constructions industrielles, dans l'ésprit des techniques et des matériaux actuels.

D. STOICOVICI : La typisation et l'industrialisation des constructions pour l'industrie du bois

Le rapport passe en revue les conceptions qui ont été à la base des constructions destinées à l'industrie du bois, en différentes étapes caractéristiques, en mentionnant aussi les types des structures adoptés et les éléments typisés qui les constituent.

On présente ensuite quelques aspects technico-économiques concernant les solutions adoptées à la construction de halles rez-de-chaussée, halles étagées et estacades pour les voies de roulement. On analyse aussi certains aspects concernant les caractéristiques de projets-type spécifiques de l'industrie du bois.

C. SANATESCU : Réalisations obtenues par IPRAN dans l'activité de typisations des constructions dans les conditions particulières de l'industrie chimique-anorganique et des engrais

Au commencement on souligne le caractère spécifique de ces constructions, qui doivent correspondre aux conditions complexes servant à des procès en continuelle évolution technique, extrèmement complexes du point de vue du flux technologique et de l'ambiance. On précise qu'à la suite de l'expérience accumulée, l'action de typiser a été dans l'institut une préoccupation majeure, en se développant dans plusieurs directions et poursuivant premièrement la réduction du poids des constructions et la flexibilité des espaces de fabrication.

On passe ensuite en revue la réutilisation de leurs propres projets, vu le degré d'industrialisation et les économies réalisées en heures de travail. L'exemplification est faite par des objets industriels et auxiliaires ainsi que par des structures de sousensembles spécifiques aux travaux destinés à l'industrie chimique. De même on analyse les réutilisations accomplies en s'appuyant sur des projets élaborés par d'autres instituts. Pour finir on fait une analyse de l'efficience de l'action de typisation de l'IPRAN (l'Institut d'Etablissemnet de Projets pour l'Industrie Chimique Anorganique).

M. BALTATEANU, R. ROMANO : Le progrès du degré de standardisation et de préfabrication dans l'activité d'élaboration de projets pour les travaux exécutés par le Ministère des Constructions Industrielles

L'exposé présente les caractéristiques des travaux que le Ministère des Constructions Industrielles exécute pour ses propres unités, par exemple : entreprises produisant des préfabriqués en béton, entreprises spécialisées dans les confections et préfabriqués pour le domaine des installations et montage, fabriques de pièces de rechange, bases d'exploitation et réparation des moyens de transport, outillages et équipement, bases complexes de production pour les entreprises de construction et les grands chantiers, en signalant les voies choisies pour employer au maximum possible les projets-type et pour pouvoir augmenter le degré de préfabrication.

On insiste sur les solutions adoptées ces dernières années (1967—1971) pour les structures et la clôture de halles.

GH. SĂNDULESCU : Le développement de la conception des éléments typisés en béton armé précontraint, usités dans la construction des halles industrielles

L'auteur fait un aperçu de la liaison existant entre la conception des préfabriqués en béton et les possibilités technologiques d'exécution, celles-ci se dé-

veloppant avec le temps. Sous ce rapport on précise les caractéristiques de la conception des éléments typisés, où les conditionnements technologiques imposés par le caractère industriel de la production, déterminent l'évolution de la pensée en matière de conception.

On fait aussi des considérations sur les possibilités de préciser les solutions optimales ainsi que sur l'ordination en cycles des catégories de solutions en temps, produisant une diversification typologique et technologique.

Pour clore, on interprète les aspects d'usure morale de ces conceptions en ajoutant des exemples ainsi que quelques observations sur le développement dans l'avenir.

M. DABIJA, C. NELEPCU, R. VASILESCU : Solutions actuelles et futures pour les halles industrielles rez-de-chaussée

Le raport présente les directions dans lesquelles on insiste à présent pour typiser les halles industrielles rez-de-chaussée, compte tenu des nécessités actuelles.

On présente en principal :

— l'extension de l'emploi des éléments préfabriqués typisés en béton précontraint aux structures à 24 m de portée ou aux structures à trame carrée (15 x 15 m ou 18 x 18 m) ;

— la diversification des types des préfabriqués en vue d'obtenir des structures à fonctions variables ;

— la diminution du poids net de la charpente du toit par l'adoption des solutions de clôtures légères ou par des structures mixtes.

L'article passe en revue les solutions proposées dans l'étape actuelle corrélées au développement du degré d'industrialisation de l'exécution et à la baisse de la consommation des matériaux et on indique le domaine pour lequel chaque genre de solution devient rationnelle.

Pour conclure on fait des appréciations sur les tendances futures en matière de solutions des structures pour les halles industrielles rez-de-chaussée.

L. MAREȘ, M. DABIJA, R. GIURGEA : Solutions pour les structures de halles industrielles étagées préfabriquées

Le rapport présente quelques problèmes principaux concernant la possibilité d'augmenter le degré d'industrialisation de l'exécution des structures de halles industrielles étagées, qui ont fait l'objet des études élaborées par l'IPC.

On passe en revue les différents types de structures étudiées, précisant les caractéristiques pour chaque genre de solution, ainsi que le domaine d'application pour lequel celles-là deviennent rationnelles.

On présente la conception générale qui a servi comme base pour former des structures, ainsi que les solutions proposées pour les trames de 6 x 6 m ; 9 x 6 m et 12 x 6 m, le nombre des niveaux (jusqu'à P+5), la hauteur des niveaux (4.80—5.40 m) ; les charges utiles pour les planchers (500—1500 kg/m^2).

Pour finir, on indique la tendance de développement à l'avenir pour des structures pareilles, comptant sur les nécessités probables et les possibilités de notre pays du point de vue de l'exécution et du montage des éléments préfabriqués.

TH. GIURGEA, GR. DASCĂLU : Les études entreprises dans le cadre de l'Institut d'Etablissement de Projets en Constructions (I P C), concernant l'emploi des éléments préfabriqués au bâtiment des halles industrielles dans les régions seismiques

Le rapport présente des études effectuées par l'I.P.C. et les conclusions respectives concernant la modalité d'assembler les éléments préfabriqués pour les halles industrielles rez-de-chaussée, dans les conditions seismiques de la Roumanie.

C. IACOB, D. NELEPCU, G. VIESPESCU, M. MIHALACHE, D. VENAT, L. DASCHEVICI : Études et solutions industrialisées dans la construction de châteaux d'eau et de réservoirs d'eau

La communication présente une nouvelle série d'études regardant les solutions constructives modernes à un degré élevé d'industrialisation et formes géométriques variées, pour les châteaux d'eau et les réservoires d'eau proposés à être typisés dans la gamme des capacités suivantes : châteaux d'eau de 50—1000 m^3 de capacité et 15—40 m de hauteur et réservoirs de 50—20 000 m^3 de capacité.

L'ouvrage traîte des plus caractéristiques aspects constructifs, technologiques, statiques et économiques, relevant une nouvelle conception générale vis-à-vis les structures de génie civil. Cette conception est basée sur l'éxecution par méthodes industrialisées, en utilisant les préfabriqués exécutés intégralement en usine, l'assemblage des éléments usinés par la précontrainte sur chantier et, dans le cas des châteaux d'eau, l'emploi des vérins destinés au montage et au glissage de coffrages.

D. CĂPĂȚÎNĂ, GH. CRISTEA, D. COCORA : Quelques problèmes soulevés par l'introduction des calculateurs dans l'établissement de projets des structures

Le rapport présente :

— l'information sur le contenu de la bibliothèque de programmes existant dans le cadre de l'I.P.C. ;

— les préoccupations actuelles de l'Institut dans le but d'élaborer un système de programmes pour l'automation de l'élaboration des projets ;

— les implications et conséquences de l'introduction des calculateurs éléctroniques dans l'activité d'élaboration des projets.

GH. MIHALACHE, V. BOBICI : Une méthode rapide d'élaboration de graphes destinés à la programmation et à l'organisation des travaux

Partant du fait constaté qu'à l'application de la méthode des graphes réseaux les entreprises du Ministère des Constructions Industrielles dépensent trop de temps à l'élaboration de ceux-ci, dans le présent ouvrage on propose une nouvelle méthode à cet effet. Dans ce but on employe certains moyens et dispositifs adéquats (des plaquettes-aimant, des panneaux revêtus en tôle et des moyens spéciaux d'écrire et d'effacer). L'ensemble graphique peut être réalisé avec la participation simultanée de tous les facteurs intéressés et éventuellement en plusieurs variantes. Le temps d'élaboration se trouve ainsi réduit d'approximativement un tiers.

A. CAZACLIU : Problèmes de perspective dans l'action de typiser les constructions industrielles

Le rapport présente la conception constituant la base de l'activité visant à développer la typisation et à industrialiser la construction industrielle, ce qui est un des principaux buts poursuivis dans le cadre de l'I.P.C.

Les domaines des préoccupations sont les suivants :

— le perfectionnement des systèmes actuels et des méthodes utilisées ;

— le complètement des projets-type existants ;

— l'extension des domaines à typiser.

On présente ensuite différentes formes de typification employées par l'I.P.C. ainsi que les éléments qui conditionnent le progrès dans l'activité de conception et réalisation des constructions industrielles.

A. PETRESCU, R. GRIGORE, M. IONESCU, GH. GHEORGHIU, GH. GEORGESCU : Sur la nécessité de typiser les installations de chauffage et de ventilation pour les halles industrielles

On présente les principales catégories de typifications accomplies dans l'installation, leurs stade actuel et les actions qui sont prévues pour l'avenir. On déduit qu'en se basant sur des études de principe — en cours d'élaboration — il existe la possibilité de concevoir un plan qui puisse couvrir les nécessités de standardisation.

A. TEODORESCU, M. DONCIU, H. REIZEL : La standardisation des installations dans le cadre de l'organisation du chantier

On signale la nécessité d'aborder certaines conditions supplémentaires à la typification des installations destinées à l'organisation du chantier, en comparaison d'installations similaires pour les objectifs de travaux proprement-dits.

Les problèmes soulevés résultent du fait que la durée de fonctionnement des installations sur les chantiers est beaucoup plus courte que la durée de leurs usure.

On expose les voies par lesquelles cet inconvénient peut être obvié, si l'on ajoute aux éléments spécifiques de la standardisation des installations quelques-unes des conditions supplémentaires indiquées à assurer la récupérabilité des éléments d'installations et leurs emploi répété sur d'autres chantiers.

G. ASANDEI : Considérations concernant l'influence de la technologie d'exécution sur le procès de conception dans le bâtiment

On présente l'analyse de la relation qui conditionne réciproquement le rapport entre les facteurs caractérisant le procès de conception des constructions et ceux relatifs à la réalisation effective des travaux, en soulignant du point de vue qualitatif, l'influence de la technologie d'exécution sur les critères d'optimisation des solutions du projet.

En se référant à certaines technologies modernes, on donne des exemples dans lesquels on présente en particulier le résultat de certaines recherches expérimentales concernant l'influence de l'effet de paroi sur les caractéristiques physico-mécaniques de certaines structures en béton armé, réalisées par différentes solutions de coffrage.

M. LUPU : Nouvelles solutions pour résoudre les objets démontables pour l'organisation du chantier

L'augmentation du degré d'industrialisation dans le bâtiment impose de réconsidérer les conceptions de réalisation des objets nécessaires à l'organisation du chantier.

Le rapport présente les principales conclusions des études fondamentales, élaborées dans ce but par l'I.P.C.

Ayant comme but de quitter le caractère provisoire des travaux d'organisation du chantier, on analyse une vaste rangées de solutions pour diverses durées d'exploitation sur le même emplacement, à caractère mobile, démontable ou fixe, réalisées en matériaux modernes et efficients.

On met en évidence les plus caractéristiques solutions d'objets destinés à l'organisation, en soulignant les résultats des travaux expérimentaux entrepris en vue de leurs introduction dans l'exécution.

I. NEAGU : Observations sur l'organisation de chantier dans les conditions d'industrialisation de l'activité de construction et de montage

L'industrialisation de l'activité de construction et de montage oblige à l'adaptation dans les conditions de cette activité du langage et des procédures économiques utilisées dans l'industrie.

Le rapport contient quelques aspects concernant :

— l'élaboration des projets réutilisables pour l'organisation du chantier ;

— l'établissement de la valeur des objets d'organisation sur un emplacement ;

— l'établissement de l'influence des paramètres technico-économiques des sections de production secondaire sur le prix de revient des produits.

Le rapport se fonde sur l'activité pratique de conception des projets de l'I.P.C. dans le domaine d'organisation de chantier concernant les plate-formes industrielles de Tîrgovişte, Tulcea etc.

ST. BUSUIOC : Aspects de la réalisation des éléments préfabriqués sur chantier

On met en évidence quelques aspects technico-économiques relatifs à la confection des préfabriqués en béton sur chantier, dans les bases de production des grandes plateformes industrielles réalisées par les unités du Ministère des Constructions Industrielles.

La capacité de production de ces plateformes de préfabrication est de 5.000—10.000 m^3/an.

La production courante se fondera principalement sur le principe de satisfaire le nécessaire en éléments préfabriqués de petite série, ainsi que les demandes maximales que l'industrie ne peut assurer à temps.

Les technologies adoptées assurent la confection des éléments en béton armé et précontraint de maximum 18 m de longueur et 10 tonnes, employant des outillages faciles à exploiter et à entretenir, fabriqués exclusivement en Roumanie.

INHALT

Am 8. und 9. April 1971 fand in Bukarest eine vom Projektierungsinstitut für Bauwerke (I.P.C.), gelegentlich der 15 jährigen Tätigkeit auf dem Gebiete der Typisierung der Industriebauten organisierte Tagung statt.

Dieses Sonderheft unserer Zeitschrift enthält die bei dieser Tagung gemachten Mitteilungen und abgehaltenen Referate.

P. VERNESCU : Verwirklichungen auf dem Gebiete der Typisierung der Industriebauten während unserer 15 jährigen Tätigkeit

Die Mitteilung enthält eine Übersicht der Verwirklichungen auf den wichtigsten Gebieten, auf denen die Typisierung bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen hat.

Es werden besonders die wichtigsten Entwicklungsetappen der Tragwerksysteme der Industriehallen aufgezeigt ; gleichzeitig erfolgt eine kurze Analyse der Bedingungen, welche den Fortschritt auf diesem Gebiet hervorgerufen haben.

Neben den aufgeführten qualitativen Faktoren, werden auch die technisch-wirtschaftlichen Ergebnisse, welche als Folge der Typisierungstätigkeit erzielt werden konnten, aufgezeigt.

D. ELIADE : Die Typisierung, ein entscheidender Faktor auf dem Wege zur Industrialisierung der Bauwerke

Es wird die wichtige Rolle unterstrichen, welche die Typisierung auf dem Gebiete der Industrialisierung der Bauwerke spielt, als auch der Beitrag welchen diese auf dem Gebiete der für die Einführung des technischen Fortschrittes geleisteten Leitungstätigkeit bringt.

M. LUPAN : Die gegenseitige Abhängigkeit der wissenschaftlichen Forschung und der Typprojektierung im Rahmen der technischen Entwicklung der Industriebauten

In der Mitteilung wird die Art besprochen, in welcher der Forschungssektor, im Zusammenhang mit der Typprojektierungstätigkeit, zur Entwicklung der konstruktiven und technologischen Lösungen für die Ausführung der typisierten Industriehallen mit Fertigbauteilen beigetragen hat.

Es wird desgleichen die enge gegenseitige Abhängigkeit welche zwischen dem Forschungs- und Typprojektierungssektor besteht, hinsichtlich der zukünftigen Vervollkommung der industrialisierten Lösungen für Tragwerke — in Anbetracht der gegenwärtigen Weckselbeziehung zwischen Wissenschaft und Technik — aufgezeigt, als auch die Notwendigkeit, diese Sektoren in einer integrierten und geplanten Entwicklungstätigkeit zusammenzufassen.

GH. CĂLIN : Die Teilnahme des Lehrstuhles für Betonbau der Bautechnischen Hochschule in Bukarest an der Einführung und Entwicklung der Typisierung auf dem Gebiet des Bauwesens

Die Industrialisierung der Ausführung bedingt die Einführung der Typisierungsgrundsätze auf das Gebiet der Bauwerksprojektierung, was seinerseits die Entwurfstätigkeit um ein Studium-, Forschungs- und Erprobungskomplex, hinsichtlich der Festlegung der für die Ausarbeitung des Entwurfes nötigen Angaben erweitert. Die Vielfalt und die Bedeutung der zu prüfenden Fragen hat das Miteinbeziehen in diese Aktion der Forschungs-, Projektierungs- und Ausführungsorganisationen, der Fachkader des Hochschulwesens und der Wissenschaftler zur Folge gehabt.

Der Lehrstuhl „Stahlbetonbau" hat dazu beigetragen und leistet auch weiterhin seinen Beitrag dazu. Seine Rolle ist doppelt, und besthet einerseits in der Teilnahme an der Vorbereitung und der Ausarbeitung von Neuorientierungen auf dem Gebiet der Ausführung der Stahlbetonbauten und andererseits gewährt dieser den zukünftigen Fachkadern mit Hochschulausbildung die hötigen Kenntnisse, um sich diese Technik anzueignen und zu entwickeln.

I. VASILESCU : Der Einfluss der Typisierung auf die Massenproduktion von Fertigbauteilen für Industriebauten

Die Wirksamkeit der Bauausführungsmethode mit Fertigbauteilen hat eine Verdoppelung der Produktion des Jahres 1970 gegenüber dem Jahre 1965 zur Folge gehabt. Die Typisierung der Bauwerke hat die Entwicklung der Fertigteilindustrie bedingt, als auch ein Steigen des Industrialisierungsgrad, eine Verminderung des spezifischen Verbrauches an Werkstoffen, die Anwendung von modernen Herstellungstechnologien, die Anwendung von komplexen Formungsanlagen, die Mechanisierung und Automatisierung bestimmter Arbeiten, die Spezialisierung der Kader, die Verringerung des Aufwandes an Handarbeit und ein Steigen der Arbeitsproduktivität in den Werken, die Verwendung von Stahl hohen Widerstandes, von geschweissten Matten, von hochwertigen Zementsorten usw.

Die Entfaltung der Tragwerke, insbesondere durch einen höheren prozentuellen Gehalt an Spannbetonfertigteilen, hat die Ausarbeitung von Tragwerken mit einem weiten Anwendungsbereich und mit besseren technisch-wirtschaftlichen Kennzahlen bedingt.

A. TACORIAN : Der Einfluss der Typisierung auf die Dauer der Errichtung der Bauwerke

In der Einführung werden einige Betrachtungen über die Errichtungsdauer der Bauwerke im Zusammenhang mit der Typisierung der Bauwerke und der Bauteile gemacht, unter Aufzeigung einer Reihe von Beispielen ; dadurch wird die Art auf welche die Einführung der Typisierung die Herabsetzung der Errichtungsdauer beeinflusst hat, ersichtlich. Die Beispiele beziehen sich sowohl auf die Organisierungstätigkeit, als auch auf die grundlegenden Arbeiten. Es wird insbesondere auf den günstigen Einfluss hingewiesen, welchen die Typisierung auf die Arbeitsvorbereitungstätigkeit ausübt.

In der Schlussfolgerung werden Vorschläge was den Wirkungskreis der Unternehmer oder der Konstrukteure hinsichtlich einer Erhöhung des Industrialisierungsgrades der Arbeiten anbelangt, gemacht, wobei diese Vorschläge aus der Erfahrung unserer Bau- und Montageorganisationen hervorgehen.

N. MIHAILESCU : Die Projektierung von Prototypen — der Gegenstand der Bauwerktypisierung

Der Verfasser behauptet, dass die Entwicklung der Technik durch die Ausarbeitung von Prototypen er-

72.VI.28.628935

2

72.7.12.

Tf.3256/72.

Cazacliu,A. MU-At 5o78

Ipari épületek tipizálásának távlati problémái.

Constructii,23.k.1o-11.sz.1971.

p.117-12o.

1972 JUL 12

KA/K TERVEZÉSFEJLESZTÉSI

folgte, wobei jeder zu seiner Zeit fortgeschrittene Qualitätsetappen dargestellt hat.

Er behauptet desgleichen, dass der Projektierung der Prototypen eine konvergente Denkart zu Grunde liegt, damit das Ergebnis bestens abgezeichnet und im Stande sei, sich als ein Organismus, gemäss den in der Natur anzutreffenden belebten Mustern zu verhalten.

N. POPA : Die als Folge der Anwendung der Typisierung auf dem Gebiet der Baustoffindustrie erzielten Ergebnisse im Rahmen der Projektierung und der Investitionsausführung

Die Mitteilung bietet einen Überblick über die Art in welcher das Projektierungsinstitut für Baustoffindustrie (I.P.I.M.C.) die Frage der Typisierung bei der Investitionsausführung im Rahmen des Baustoffindustrie-Ministeriums aufgefasst und gelöst hat.

In Anbetracht eines immer höheren Investitionsvolumens, werden die auf dem Gebiete der Anwendung im Rahmen der Projektierung der vom Projektierungsinstitut für Typkonstruktionen ausgearbeiteten Typentwürfen und -querschnitten gemachten Fortschritte aufgezeigt.

Eine besondere Aufmerksamkeit wird der erweiterten Anwendung der typisierten Bauteile im Rahmen der Bauten, bei welchen üblicherweise diese nicht angewandt wurden (Estakaden, mehrstockhohe Hallen usw.), gewidmet.

In der Mitteilung wird eine besondere Bedeutung der vom Projektierungsinstitut I.P.I.M.C. getroffenen Massnahmen hinsichtlich der Erweiterung der Fertigbauteilsorten und der Erhöhung des Industrialisierungsgrades der Bauwerke zugeteilt.

M. VERNESCU, N. ALBU, M. SCORȚESCU, G. POPESCU : Die Anwendung der Typprojekte und der wiederverwendbaren Entwürfe bei der Projektierung der Industriebauten auf dem Gebiet des Maschinenbaus

Im Referat wird eine Analyse der im Rahmen der Projektierungskollektive des Projektierungsinstitutes für Maschinenbau (I.P.C.M.) bestehenden Beschäftigungen in Richtung eines höheren Wiederverwendungsgrades bei der Ausarbeitung der technisch-wirtschaftlichen Projektunterlagen für die Neuinvestitionen, gemacht.

Diesbezüglich wird die Anwendungsart der Typprojekte und der wiederverwendbaren Entwürfe, welche vom Projektierungsinstitut für Bauwerke und von anderen Projektierungsinstituten, als auch von I.P.C.M. ausgearbeitet wurden, dargestellt.

So z.B. werden die Ergebnisse gezeigt, welche bis zum Jahre 1970 erzielt wurden, als auch die für die Zukunft, d.h. bis zum Jahre 1972 bestehenden Perspektiven, was die Ausführungsprojekte für ;

— Gesamtinvestitionswerte
— Bau + Montagewerte
— Prozentsatz von Bau + Montage in Rahmen des Investitionswertes
— Wert der Typisierung und Wiederverwendung im Rahmen von Bau + Montage
— Anzahl der für die Projektierung verwendeten Stunden pro Million Lei Investition
— Anzahl der für die Projektierung verwendeten Stunden pro Million Lei Bau + Montage
— Herabsetzung des Verbrauches an defizitären Werkstoffen (Zement, Holzmaterial, Stahl) anbelangt.

Es wird auf die Bedingungen hingewiesen, welche bessere Ergebnisse in der Zukunft gestatten (nach 1972).

M. STANCU, M. MASARIU : Die Typisierung und deren Auswirkungen auf dem Gebiet der Projektierung und Ausführung der Bauwerke im Leichtindustriesektor

Aus typisierten Fertigteilen wurden Tragwerke für die Produktionshallen der Leichtindustriefabriken ausgeführt.

Bei einem Teil der Hallen wurden die vom Projektierungsinstitut I.P.C. ausgearbeiteten Typprojekte angewandt. Diese wurden auch für bestimmte Gegenstände des allgemeinen Planes mit Wärmezentralen (Klimaanlagen) usw. ausgearbeitet.

Es wird die Rolle der Zusammenarbeit mit I.P.C. bei der Ausarbeitung von neuen Typprojekten unterstrichen.

I. ENESCU, R. CREȚOIU : Die Typisierung und die industrielle Architektur

Die Tätigkeit der Architekten auf dem Gebiet der Typisierung der Industriebauten ging insbesondere in Richtung der Lösung der Bauwerksausfachungen ; daraus ergaben sich auch ästhetische Fragen.

In Anbetracht des gegenwärtigen Standes, werden in der Mitteilung die rechtfertigten Lösungstendenzen für die Ausfachungen bei Industriebauten, angesichts der gegenwärtigen Ausführungstechnik und Werkstoffe, gezeigt.

D. STOICOVICI : Die Typisierung und Industrialisierung der Bauwerke auf dem Gebiet der holzverarbeitenden Industrie

Im Referat werden die der Projektierung der Bauwerke im Rahmen der holzverarbeitenden Industrie während der verschiedenen kennzeichnenden Etappen zu Grunde gelegenen Konzeptionen aufgezeigt ; gleichzeitig werden auch die angenommenen Bautentypen als auch die bei diesen verwendeten Typbauteile aufgezeigt.

Weiter werden bestimmte technisch-wirtschaftliche Fragen im Zusammenhang mit den bei ebenbödigen Hallen, bei mehrstockhohen Hallen als auch bei den Rollbahnestakaden angewandten Lösungen besprochen. Es werden desgleichen bestimmte Aspekte im Zusammenhang mit den Merkmalen der für die holzverarbeitende Industrie kennzeichnenden Projekte geprüft.

C. SĂNĂTESCU : Die Erfolge des Projektierungsinstitutes IPRAN auf dem Gebiet der Bauwerkstypisierung in Anbetracht der Besonderheiten der anorganischen chemischen und Düngemittel-Industrie

In der Einleitung wird der spezifische Charakter dieser Bauten unterstrichen. Diese müssen den komplexen Anforderungen entsprechen, welche Vorgängen dienen, die äusserst verschiedenartig als Fluss und Umgebung und in fortwährender Entwicklung begriffen sind. Weiter wird präzisiert, dass, als Folge der bestehenden Erfahrung, die Typisierungstätigkeit eine der wichtigsten Beschäftigungen des Institutes dargestellt hat. Die Entwicklung erfolgte in mehreren Richtungen, wobei in erster Reihe die Verringerung des Gewichtes der Bauwerke und die Flexibilität der Produktionsflächen verfolgt wurde.

En wird dann die Wiederverwendung der eigenen Projekte aufgeführt, u.zw. vom Standpunkt des Industrialisierungsgrades und der erzielten Einsparungen an Projektierungsstunden. Zu dem werden Beispiele von Industrie- und Hilfsanlagen, als auch von für die chemische Industrie kennzeichnenden Untergruppentragwerken gegeben. Es werden desgleichen die Wiederverwendungen, welche auf Grund der von anderen Projektierungsinstituten ausgeführten Entwürfe vorgenommen wurden, besprochen. Zum Schluss wird eine Analyse des Wirkungsgrades der Typisierung im Rahmen des Projektierungsinstitutes für die anorganische Industrie vorgenommen.

M. BĂLTĂȚEANU, R. ROMANO : Die Erhöhung des Typisierungs und Vorfertigungsgrades bei der Projektierung der eigenen Investitionen des Ministeriums für Industriebauten

In der Mitteilung werden die Merkmale der Investitionen des Ministeriums für Industriebauten gezeigt : Werke für Betonfertigteile, für Metallteile und -bauten, für Teile und Fertigteile für Installation und Montage, Ersatzteilwerke, Stationen für den Betrieb und die Instandsetzung von Kraftfahrzeugen und Ausrüstungen, komplexe Produktionsstätten für Bauunternehmen und Grossbaustellen usw., wobei die für die grösstmögliche Anwendung der Typprojekte und für die Erhöhung des Vorfertigungsgrades angewandten Mittel aufgezeigt werden.

Es wird insbesondere auf die im Zeitabschnitt 1967—1971 angewandten Lösungen für Hallentragwerke und -ausfachungen eingegangen.

GH. SĂNDULESCU : Die Entwicklung der Projektierungsauffassung für typisierte Stahlbeton- und Spannbetonfertigteile, velche im Rahmen der Ausführung von Industriehallen angewandt wurden

In der Mitteilung wird die zwischen der Entwicklung der Projektierungsauffassung für Betonfertigteile und den technologischen Ausführungsmöglichkeiten bestehende Verbindung besprochen, wobei diese sich im Laufe der Zeit entwickeln. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen werden die kennzeichnenden Merkmale der Projektierung von Typbauteile präzisiert, wobei die technologischen Bedingtheiten, welche vom industriellen Charakter der Produktion vorgeschrieben werden, die Entwicklung der Denkweise auf dem Gebiet der Projektierung bedingen.

Desgleichen werden Betrachtungen über die Möglichkeiten welche zwecks Präzisierung von optimalen Lösungen bestehen, als auch über die zeitliche Zyklierung der Lösungskategorien, welche eine typologische und technologische Diversifikation schaffen, gemacht.

Im Abschluss werden Aspekte der im Laufe der Zeit eintreten „moralischen Verlaterung", d.h. des Unmodernwerdens, der Auffassungen auf dem Gebiet der Projektierung und der Technologie besprochen, wobei Beispiele gegeben und Bemerkungen was die zukünftige Entwicklung anbelangt, gemacht werden.

M. DABIJA, C. NELEPCU, R. VASILESCU : Gegenwärtige und Zukunftslösungen für ebenerdige Industriehallen

Das Referat weist auf die Richtungen hin, auf welche sicht gegenwärtig die Typisierung der ebenerdigen Industriehallen stützt, in Anbetracht der gegenwärtigen Notwendigkeiten.

In erster Reihe wird auf folgendes hingewiesen :

— die Erweiterung der Anwendung von typisierten Spannbetonfertigteilen bei den Tragwerken mit grossen Spannweiten (24 m) oder bei Tragwerken mit quadratischen Spannweiten (15 x 15 m, 18 x 18 m) ;

— die Diversifikation der Fertigteiltypen, hinsichtlich der Zusammenstellung von Tragwerken mit verschiedenen Funktionen ;

— die Verminderung des Eigengewichtes des Dachstuhles, durch Annahme von Vorschlägen für Leichtausfachungen oder von Mischtragwerken.

En werden die in der gegenwärtigen Etappe vorgeschlagenen Lösungen besprochen, im Verbindung mit der Erhöhung des Industrialisierungsgrades der Ausführung und der Verringerung des Werkstoffverbrauches ; gleichzeitig wird auch das für jede Lösung entsprechend erscheinende Anwendungsgebiet angegeben.

L. MAREȘ, M. DABIJA, R. GIURGEA : Lösungen für Tragwerke mehrstockhoher Industriehallen, welche durch Vorfertigung ausgeführt werden

Das Referat weist auf einige grundsätzliche Fragen im Zusammenhang mit der Möglichkeit der Erhöhung des Ausführungs-Industrialisierungsgrades für Tragwerke mehrstockhoher Industriehallen hin, welche den Gegenstand der vom Projektierungsinstitut I.P.C. durchgeführten Studien darstellen.

Es werden die studierten Tragwerktypen gezeigt, wobei auf die Merkmale jeder einzelnen Lösungsart hingewiesen wird, als auch auf den Anwendungsbereich, für welchen dieselbe als rationell erscheint.

Es wird die allgemeine Auffassung gezeigt, welche der Ausarbeitung der Tragwerke zu Grunde lag, als auch die für die Säulenabstände von 6 x 6 m ; 9 x 6 m und 12 x 6 m vorgeschlagenen Lösungen, die Anzahl der Stockwerke bit P+5, Stockwerkhöhe 4,80—5,40 m, die Deckennutzlasten von 500 kg/m^2—1.500 kg/m^2.

Im abschluss wird die zukünftige Entwicklungstendenz der Tragwerke, in Anbetracht der voraussichtlichen Notwendigkeit und der Möglichkeiten vom Standpunkt der Ausführung und der Montage der Fertigteile in unserem Lande, besprochen.

TH. GIURGEA, GR. DASCĂLU : Studien des Projektierungsinstitutes für Bauwerke über die Verwendung der Fertigteile bei der Ausführung von Industriehallen in seismischen Zonen

Das Referat weist auf die vom Projektierungsinstitut I.P.C. durchgeführten Studien als auch auf die Schlussfolgerungen derselben hin, was die Ausführungsart der ebenerdigen Industriehallen aus Fertigteilen, unter den in unserem lande herrschenden seismischen Bedingungen, anbelangt.

C. IACOB, D. NELEPCU, G. VIESPESCU, M. MIHALACHE, D. VENAT, L. DAȘCHEVICI : Studien bezüglich der industrialisierten Lösungen bei der Ausführung von Wassertürmen und -behältern

Das Referat weist auf eine Reihe von Studien über moderne konstruktive Lösungen mit einem hohen Industrialisierungsgrad und verschiedenartigen geometrischen Formen hin, bestimmt für die zur Typisierung vorgeschlagenen Wassertürme und -behälter, mit folgenden Fassungsvermögen : bei Wassertürmen von 50—1000 m^3, bei Höhen zwischen 15 und 40 m und bei Wasserbehälter von 50—20 000 m^3.

Es werden die kennzeichnendsten konstruktiven, technologischen, statistischen und wirtschaftlichen Fragen behandelt, welche eine neue allgemeine Auffassung auf dem Gebiete dieser Ingenieurbauten hervorheben. Diese Auffassung beruht auf der Ausführung der Wassertürme und -behälter durch Anwendung von industrialisierten Methoden, unter den Bedingungen einer integralen werklichen Vorfertigung, dem Zusammenbau der werklich hergestellten Bauteile durch Vorspannung auf der Baustelle und, im Falle der Wassertürme, die Anwendung der Zug- und Gleitmethode.

D. CĂPĂȚÎNĂ, GH. CRISTEA, D. COCORA : Einige von der Einführung der elektronischen Rechner auf dem Gebiet der Tragwerkprojektierung bedingte Fragen

Die Mitteilung weist auf folgendes hin :

— den Inhalt der bei I.P.C. bestehenden Programmbibliothek ;

— den gegenwärtigen Beschäftigungen des Projektierungsinstitutes I.P.C. zwecks Ausarbeitung eines Programmierungssystemes für die Projektierungsautomatisierung ;

— Implikationen und Folgen der Einführung der elektronischen Rechner in die Projektierungstätigkeit.

GH. MIHALACHE, V. BOBICI : Eine schnelle Methode der Aufzeichnung der Netz-Diagramme für die Programmierung und Leitung der Arbeiten

Ausgehend vom Umstand, dass durch die Praxis der Anwendung der Netz-Diagramme bei der Programmierung der von den Unternehmen des Ministe-

riums für Industriebauten durchgeführten Arbeiten, festgestellt werden konnte, dass für die Aufstellung dieser Diagramme zu viel Zeit aufgewendet wird, wird in vorliegender Mitteilung eine neue Methode zur Aufzeichnung der Diagramme aufgezeigt. Im Rahmen dieser werden einige entsprechende Mittel und Vorrichtungen (Plättchen mit Magneten, mit Blech überzogene Platten und besondere Schreib- und Auslöschmethoden) angewandt. Das gesamte Diagramm wird unter gleichzeitiger Mitwirkung sämtlicher interessierten Faktoren und eventuell in mehreren Varianten, aufgezeichnet.

Die Aufstellungsdauer verrigert sich auf ca 1/3.

A. CAZACLIU : Perspektivenprobleme auf dem Gebiet der Typisierung der Industriebauten

Im Referat wird die der Entwicklungstätigkeit auf dem Gebiet der Typisierung und der Industrialisierung der Ausführung der Industriebauten im Rahmen des Projektierungsinstitutes I.P.C. zu Grunde liegende Auffassung besprochen. Es werden die Beschäftigungsbereiche gezeigt, u.zw. :

— die Vervollkommnung der gegenwärtig angewandten Systeme und Methoden ;

— die Ergänzung der bestehenden Typprojekte ;

— die Erweiterung der vorhandenen Bereiche.

Weiter werden verschiedene seitens der Projektierungsinstitutes I.P.C. angewandten Typisierungsarten besprochen, als auch die den Fortschritt auf dem Gebiet der Projektierung und der Ausführung der Industriebauten bedingenden Faktoren.

A. PETRESCU, R. GRIGÓRE, M. IONESCU, GH. GHEORGHIU, GH. GEORGESCU : Die Notwendigkeit der Typisierung der Heizungs- und Lüftungseinrichtungen in Industriehallen

Es werden die wichtigsten Kategorien der Typisierung auf dem Gebiet der Installationen, der gegenwärtige Stand der Typisierung, als auch die für die Zukunft vorgesehenen Tätigkeiten aufgezeigt.

Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass die Möglichkeit besteht, auf Grund von prinzipiellen Studien — die gegenwärtig ausgearbeitet werden — einen Plan für die Deckung der Typisierungsnachfrage auszuarbeiten.

A. TEODORESCU, M. DONCIU, H. REIZEL : Die Typisierung der Installationen im Rahmen der Baustellenorganisierung

Die Mitteilung weist auf die Notwendigkeit hin, neue, zusätzliche Bedingungen bei der der Baustellenorganisierung bestimmten Typisierung der Installationen, gegenüber den ähnlichen Investitionsobjekten in Betracht zu ziehen.

Die aufgebrachten Probleme sind auf den Umstand zurückzuführen, dass die Nutzungsdauer der Installationen auf den Baustellen viel kürzer als deren Verschleisszeit ist.

Es werden die Mittel aufgezeigt, welche die Verbesserung dieser Unzulänglichkeiten gestatten, u.zw. durch Hinzufügen von für die Typisierung der Installationen kenzeichnenden Bedingungen und von zusätzlichen Bedingungen, welche dazu bestimmt sind, die Verwertung der Installationsteile zu gewährleisten, wobei diese wiederholt auf anderen Baustellen verwendet werden können.

G. ASANDEI : Betrachtungen über den Einfluss der Ausführungstechnologie auf die Projektierung der Bauwerke

In der Mitteilung wird das Verhältnis der gegenseitigen Bedingung der Faktoren welche den Konzeptionsvorgang der Bauwerke kennzeichnen und derjenigen, welche sich auf die praktische Ausführungsart derselben beziehen, behandelt, wobei qualitativ der Einfluss der Ausführungstechnologie auf die Optimierungskriterien der Projektlösung hervorgehoben wird.

Unter Bezugnahme auf einige moderne Bautechnologien werden Beispiele gegeben und insbesondere die Ergebnisse bestimmter experimenteller Forschungsarbeiten was den Einfluss des Wandeffektes auf die Merkmale der physikalisch-mechanischen Kennzeichen von Stahlbetontragwerken, welche auf Grund von verschiedenen Verschalungslösungen ausgeführt werden, gezeigt.

M. LUPU : Neue Lösungsmethoden der für die Baustellenorganisation bestimmten abbaubaren Objekte

Das Steigen des Industrialisierungsgrades der Bauwerke bedingt die Neubewertung der Ausführungskonzeption der Baustellenorganisierungsobjekte.

Das Referat weist auf die wichtigsten Schlussfolgerungen der vom Projektierungsinstitut I.P.C. zu diesem Zweck ausgearbeiteten grundlegenden Studien hin.

Unter der Zielsetzung, den Provisoratcharakter der Baustellenorganisierungsarbeiten abzuschaffen, wird eine bedeutende Anzahl von Lösungen für verschiedene Betriebszeiten am selben Lageplatz, mit fahrbaren, abbaubaren oder festem Charakter, ausgeführt mit modernen, wirksamen Materiallen, besprochen.

Es werden die kennzeichnendsten Lösungen für entworfene Organisierungsobjekte hervorgehoben, wobei die Ergebnisse der durchgeführten Versuchsarbeiten hinsichtlich deren Ausführungsaufnahme unterstrichen werden.

I. NEAGU : Bemerkungen über die Baustellenorganisierung unter den Bedingungen der Industrialisierung der Bau- und Montagetätigkeit

Die Industrialisierung der Bau- und Montagetätigkeit verpflichtet zur Anpassung, unter den Bedingunden dieser Tätigkeit, an die in der Industrie angewandten Terminologie und Verfahrensweise.

In der Mitteilung werden einige Fragen besprochen, über :

— die Ausarbeitung von wiederverwendbaren Projekten für die Baustellenorganisierung ;

— die Festlegung des Wertes der Organisierungsobjekte auf einem Lageplatz ;

— den Einfluss der technisch-wirschaftlichen Kennzahlen der Produktions-Nebenabteilungen auf den Selbstkostenpreis der Produkte.

Die Grundlage der Mitteilung wird von der praktischen Projektierungstätigkeit in Baustellenorganisierungs-Fragen des Projektierungsinstitutes I.P.C. für die Industriegegend Tîrgovişte, Tulcea usw. gebildet.

ST. BUSUIOC : Fragen der Herstellung von Fertigteilen auf Baustellen

Es werden einige technisch-wirtschaftliche Fragen der Herstellung der Betonfertigteile auf den Baustellen hervorgehoben, welche im Rahmen der Produktionsstellen der grossen Industrieplattformen entstanden. Diese werden vom Ministerium für Industriebauten organisiert. Der Herstellungsvorgang erfolgt auf einer zu diesem Zweck vorgesehenen betonierten Fläche.

Die Leistung dieser Produktionsstätten beträgt zwischen 5.000 und 10.000 m^3/Jahr.

Die laufende Produktion soll hauptsächlich die nötigen Mengen an Kleinserien-Fertigteilen während der Zeitspannen, in denen die Industrie die Nachfrage nicht decken kann, sicherstellen.

Die angenommenen Technologien gewährleisten die Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonfertigteilen in Längen von höchstens 16 m und in Gewichten bis 10 tf, unter Verwendung von leicht betriebbaren und instandhaltbaren, ausschliesslich aus dem Inland beschafften Ausrüstungen.

СОДЕРЖАНИЕ

В течение 8-го и 9-го апреля 1971 года, в Бухаресте, развернулись работы сессии сообщений, организованной Институтом по проектированию зданий и сооружений (И.П.Ч.) по случаю исполнения 15-ти лет деятельности Института в области типизации промышленных зданий и сооружений.

Данный, специальный номер нашего журнала содержит сообщения и рефераты, представленные на вышеуказанной сессии.

П. ВЕРНЕСКУ: Достижения, полученные в течение 15-ти лет, в области типизации промышленных зданий и сооружений

В сообщении производится краткий обзор достижений в главных областях, где типизация промышленных зданий и сооружений достигла выдающихся результатов.

Особо отмечены важнейшие этапы развития несущих схем промышленных цехов и, в то же время , произведен краткий анализ элементов, обусловивших прогресс в данной области.

Кроме представленных качественных факторов указаны и технико-экономические результаты, полученные благодаря типизации.

Д. ЕЛИАДЕ: Типизация — рычаг руководительной деятельнотси по линии индустриализации строительства

Подчёркивается важная роль, которую играет типизация в деятельности индустриализации строительства и вклад, который она приносит в деятельность внедрения технического прогресса.

М. ЛУПАН: Существующая взаимость между научным исследованием и типовым проектированием в процессе технического развития промышленного строительства

В сообщении говорится о том, как исследовательские работы, в сотрудничестве с типовым проектированием, способствовали развитию конструктивных и технологических решений при возведении типовых промышленных цехов из сборных элементов.

Также отмечается тесная увязка, которая должна су. ществовать между исследовательскими работами и типовым проектированием с тем, чтобы последовательн- совершенствовать промышленные решения несущих схео — учитывая существующее взаимовлияние между науком и техникой — и необходимость охватывать их развитий в рамках комплексной и планированной деятельностие

Г. КЭЛИН: Участие кафедры „Железобетонные здания и сооружения" Бухареструкого Института Строительства во внедрении и развитии типовых конструкций

Индустриализация выполнения работ вменяет применение принципов типизации при компановке зданий и сооружений и добавляет к проетированию комплекс обследований, исследований и испытаний для уточнения данных, необходимых при разработке проекта.

Разновидность как и важность проблем, которые необходимо рассматривать, привели к привлечению в этом направлении исследовательских, проектных и строительных организаций, кафедр ВУЗ-ов и учёных.

Кафедра „Железобетонные здания и сооружения" постоянно приносит свой вклад. Её роль двусторонния: участие в подготовке и развитии новых направлений при возведении железобетонных зданий и сооружений и в подготовке будщих высших технических кадров к тому, чтобы они смогли освоить, а затем, и развить эту технику.

И. ВАСИЛЕСКУ: Влияние типизации на массовое производство сборных элементов для промышленного строительства

Эффективность метода производства с использованием сборных элементов привела, в 1970 году, к удвоению производства таких элементов, по сравнению с 1965 годом. Типизация конструкций привела к развитию производства сборных элементов; росту степени сборности; снижению удельных расходов материалов; применению современной производственной технологии: использованию комплексных формовочных установок; механизаци и автоматизации некоторых производственных процессов; специализации кадров; снижению затраты трудовой силы и росту производительности труда на заводах; употреблению высококачественной стали, сварных сеток, высококачественного цемента и т.п.

Эволюция несущих схем, в особенности из-за роста удельного веса элементов из предварительно напряжённого железобетона, привели к осуществлению несущих схем с большой степенью универсальности и высокими технико-экономическими показателями.

А. ТАКОРИАН: Влияние типизации на продолжительность производства работ

Вслед за некоторыми соображенями относительно продолжительности производства работ, связанной с типизацией зданий, сооружений и строительных конструкций, представлен ряд примеров, которые указывают как типизация повлияла на укорочение срока производства работ Примеры относятся как к подготовительным, так и к основным работам. Особо отмечается продолжительное влияние типизации на процесс подготовки работ.

В заключении сделаны предлоежния, вытекающие из практики наших строительно-монтажных управлений, и касающиеся действий подрядчика или строителя, в направлении индустриализации работ.

М. МИХАЙЛЕСКУ: Проектирование прототипов — предмет типизации зданий и сооружений

Автор поддерживает мнение, что эволюция техники произошла посредством осуществления прототипов, каждый из которых, в своё время, представлял передовые к-чественные ступени.

Он утверждает, что проектирование прототипов подразумевает образ мышления, целеустремлённый к ниаболее увязанному виду объекта, который мог бы функционировать как организм в соответствии с моделями жизни в природе.

Н. ПОПА: Результаты, полученные благодаря типизации при проектировании и осуществлении капиталовложений в промышленности строительных материалов

Статья представляет общий взгляд на то, как Институт проектирования промышленности строительных материалов (И.П.И.М.Ч) подошёл к вопросу типизации осуществления капиталовложений Министерства Промышленности Строительных Материалов и решил его.

Представлен — при постоянном росте объёма капиталовложений — прогресс в использовании типовых проектов и сечений, разработанных Институтом типового проектирования.

Особое внимание уделено расширению употребления типовых строительных конструкций для зданий и сооружений, для которых таковые обычно не употреблялись (эстакады, этажированные цехи и тому подобное).

Значительная часть статьи отведена описанию действий, принятых ИПИМЧ, для расширения диапазона типовых элементов и увеличения степени индустриализации конструкций.

М. ВЕРНЕСКУ, И. АЛБУ, М. СКОРЦЕСКУ, Г. ПОПЕСКУ: Использование типовых и повторно-применяемых проектов при проектировании здансий и сооружений машиностроительной промышленности

В реферате анализируется забота существующая среди коллективов поректировщиков, работающих в Институте проектирования машин (И.П.Ч.М.), в отношении роста степени повторного употребления технико-экономической документации, необходимой для капиталовложений. В этом смысле описан способ использования типовых и повторно-применяемых проектов, разработанных ИПЧ и остальными институтами, включая и ИПЧМ.

Представлены результаты, полученные до 1970 года и перспективы до 1972 года, на уровне рабочих чертежей относительно:
— общей стоимости капиталовложений,
— стоимости строителпно-монтажных работ,
— удельного веса строительно-монтажных работ по отношению к общей стоимости капиталовложений,
— типизации и повторного применения по отношению к стоимости строительно-монтажных работ,
— количчства часов проектирования на миллион лей капиталовложения.
— количества часов проектирования на миллион лей строительно-монтажных работ,
— снижения расхода дефицитных материалов (цемент, лесоматериал, металл).

Затем указываются условия, позволяющие в будущем (после 1972 года) сделать приведенные результаты ещё более эффективными.

М. СТАНКУ, М. МАСАРИУ: Типизация и её эффекты при проектировании и возведении зданий и сооружений лёгкой промышленности

Для цехов лёгкой промышленности осуществлены несущие части из типизированных сборных элементов.

Для некоторых цехов применены типовые проекты, разработанные ИПЧ. Также типовые проекты разработаны и для некоторых объектов генплана, включающего тепловые центраали (кондиционирующие заводы) и тому подобное.

Подчёркнута роль сотрудничества с ИПЧ при разработке новых типовых проектов.

И. ЕНЕСКУ, Р. КРЕЦОЮ: Типизация и промышленная архитектура

При типизации промышленного объекта, работа архитекторов сосредоточивалась, в особенности, на вопросе решения оргаждающих конструкций, которые порождают затруднения эстетического порядка.

Сообразуясь с текущей стадией, сообщение задаётся целью указать нормальные тенденции решений ограждающих элементов промышленных зданий и сооружений, рассматривая всё это под углом актуальных материалов и приёмов выполнения работ.

Д ·СТОЙКОВИЧ: Типизации и индустриализация зданий и сооружений в промышленности лесоматериалов

В реферате рассматриваются понятия, которые были паложены в основу проектирования зданий и сооружений зромышленности лесоматриалов, при различных характерных этапах его развития, и в то же время, отмечаются виды принятых несущих схем и типовых элементов, входящие в состав соответствующих решений.

Затем, представлены некоторые технико-экономические аспекты, связанные с решениями, принятыми для одноэтажных и этажированных цехов и для эстакад для крановых путей. Одновременно проанализированы некоторые аспекты, относящиеся к характеристикам типовых проектов промышленности лесоматериалов.

К. СЭНЭТЕСКУ: Достижения ИПРАНа в области типизации зданий и сооружений в условиях промышленности неорганической химии и удобрений

Во введении подчёркнут характер, свойственный зданиям и сооружениям такого рода, которые должны отвечать сложным требованиям, удовлетворяющим постоянно технически изменяющимся процессам, весьма разнообразным, с токчи зрения потока и среды.

Затем , уточняется, что вследствие накопленного опыта, работа по типизации приняла в Институте первостепенную роль и развилась по нескольким направлениям,главным образом следя за снижением веса зданий и сооружений и гибкостью производственных площадей.

Перечитываются, — с точки зрения степени индустриализации и экономики затрат времени проектировании-— повторные применения собственных проектов и приведены примеры промышленных и вспомогательных зданий и сооружений, и ансамблей конструкций, характерных капиталобложениям пс химии. Также проанализи — рованы повторные применения проектов, разработанных другими институтами.

В заключение анализируется эффективность типизации, проведенной Институтом по проектированию промышленности неорганической химии.

М. БЭЛТЭЦЯНУ, Р. РОМАНО: Рост степени типизации и сборности при проектировании собственных капиталовложений Министерства Промыленного Строительства (М.П.С.)

В сообщении представлены характеристики собственных капиталовложений М.П.С.: заводы собрного бетона, металлических изделий и конструкций , изделий и сантехнических сборных узловдля монтажа; заводы запасcных частей, базы для ремонта и эксплуатации автомашин и оборудования, комплексные производственные базы строительных управлений и крупных строек и т.п., с указанием путей, использованных для максимально возможного применепия типовых проектов и роста степени сборности. Акцент поставлен на решения, принятые в последние (1967—1971) годы, в отношении несущих ограждающих элементов цехов.

Г. СЭНДУЛЕСКУ: Эволюция концепции проектиро ва ния типовых железобетонных и предварительно напр-,ённых элементов, используемых при возведении промышленных цехов.

Сообщение содержит изложение связи между эволюцией концепции проектирования сборных бетонных элементов и техническими возможностями производства, которые , в свою очередь, развиваются во времении. С этой точки зрения уточнены аспекты, характерные проектированию типовых элементов, при котором условия, вменяемые технологией, обеспечивающие промышленный характер производства, определяют эволюцию мшыления при проектировании.

Приведены соображения относительно возможностей уточнения оптимальных решений и кругооборота во времени категорий решений, что создаёт типологическое и технологическое разнообразие.

В заключении интерпретируются аспекты моральной устарелости концепции проектирования и технологическид решений, что иллюстрируется примерами и сделан рхя замечаний, относительно развития в будущем.

М. ДАБИЖА, К. НЕЛЕПКУ, Р. ВАСИЛЕСКУ: Современные и будущие решения одноэтажных промышленных цехов

В реферате представлены направления, в связи с актуальными необходимостями, по которым развёртывается в настоящее время, типизация одноэтажных промышленных цехов.

Главным образом указываются:
— распространение применения сборных бетонных преднапряжённых типовых элементов при возведении цехов больших пролётов (24 м) или с квадратной сеткой колонн (15,0×15,0; 18,0×18,0 м);
— разнообразие типовых сборных элементов в виду составления несущих схем для различных назначений;
— снижение собственного веса крыши путём освоения предложенных лёгких покрытий или смешанных структур.

В работе произведен обзор решений, предложенных на данном этапе, увязанных с повышением степени

индувтриализации производства работ и снижением расхода материалов, и указывается область рационального применения каждого из решений различного рода.

В заключении даются оценки тенденций на будущее время при решении несущих схем одноэтажных промышленных цехов.

Л. МАРЕШ, М. ДАБИЖА, Р. ДЖЮРДЖЯ: Решение несущих схем этажных промышленных цехов при их возведении из сборных элементов

В связи с современными требованиями, в реферате представлены несколько главных вопросов, связанных с увеличением степени индустриализации выполнения несущих частей промышленных этажных цехов, которые составили предмет обследования, проведенного И.П.Ч.

Материал производит обзор типов, обследованных несущих частей, с указанием характеристик решений каждого рода и области наиболее рационального применения.

Представленны — общая концепция, которая находилась в основе несущих, схем а также и предложенные решения для случаев: 6×6 м; 12×6 м; при этажности до 6-ти этажей; высотой этажа 4,80...5,40 м и полезных нагрузках на перекрытиях 500 кг/м²...1.500 кг/м².

В заключении указана тенденция будущего развития таких решений, учитывая вероятные необходимости и мощности, с точки зрения производства и монтажа сборных элементов у нас в стране.

Ф. ДЖЮРДЖЯ, Гр. ДАСКЭЛУ: Обследования, проведенные Институтом по проектированию строительств (И.П Ч.) относительно использования сборных элементов при возведении промышленных цехов в сейсмических районах

В реферате описываются обследования, проведенные И.П.Ч. и выводы, сделанные на основании их, относительно компановки одноэтажных промышленных цехов, возводимых из сборных элементов в сейсмических условиях нашей страны.

К. ИАКОБ, Д. НЕЛЕПКУ, Г. ВИЕСПЕСКУ, М. МИХАЛАКЕ, Д. ВЕНАТ, Л. ДАШКЕВИЧ: Обследование промышленных решений при проектировании водонапорных башен и водохранилищ

В реферате представлен ряд обследованных строительных решений, на высоком промышленном уровне изготовления, различных геометрических форм, применяемых для воднапорных башен и водохранилищ, предложенных для типизации при следующем диапазоне ёмкостей: водонапорные башни 50...1.000 м³ высотой от 15 до 40 метров и водохранилища в 50...20.000 м³.

Описаны наиболее свойственные конструктивные, технологические, статические и экономические аспекты, которые выявляют новую общую концепцию таких инженерных работ, основанную на их выполнении промышлеными методами, используя полную сборность, достигаемую на заводе, предварительное напряжение при сборке на стройке, а в случае водонапорных башен, прифенение лифтирования и скольжения.

Д. КЭПЭЦЫНЭ, Г. КРИСТЯ, Д. КОКОРА: Некоторые проблемы, выдвинутые внедрением электронно-вычислительных машин в проектировании несущих схем

В работе представленны:
— информация, относительно содержания библиотеки программирования, существующей в И.П.Ч.;
— существующая забота И.П.Ч., в отношении разработки системы программирования, ведущего к автоматизации проектирования;
— взаимовлияние и последствия внедрения электронно-вычислительных машин в проектирование.

Г. МИХАЛАКЕ, В. БОБИЧ: Быстрый метод составления сетевого графика для программирования и руководства работ

Исходя из того факта, что при программировании работ, выполняемых организациями Министерства Промышленного Строительства, по методу сетевого графика затрачиватеся слишком много времени для разработки графиков, в данной работе, предложен новый метод разработки графиков, согласно которому применяются подходящие средства и устройства (плитки с магнитами, панели, покрытые жестью и специальные способы записи и её удаления), а сшивание графика будет производится при участии всех заинтересованных факторов, и, возможно, в нескольких вариантах.

Срок разработки сокращается примерно на 1/3.

А. КАЗАКЛИУ: Перспективные проблемы типизации промышленного строительсва

В реферате представленна концепция, лежащая в основе деятельности И.П.Ч., в направлении развития типизации и индустриализации промышленного строительства. В данном смысле указаны области (группы) деятельностей, а именно:
— усовершенствование существующих систем и методов;
— пополнение типовых существующих проектов;
— расщрение области типизации.

Затем, представленны различные виды типизации, используемые И.П.Ч., при проектировании и возведении зданий и сооружений.

А. ПЕТРЕСКУ, Р. ГРИГОРЕ, М. ИОНЕСКУ, Г. ГЕОРГИУ, Г. ДМЕОРДМЕСКУ: Необходимости типизации вентиляционных и отопительных установок промышленных цехов

Описаны важнейшие категории типизации инсталляций, существующая стадия типизации и действия, предусмотренные для будущего.

Следует, что существует возможность, основываясь на принципиальных исследованиях, — находящихся в стадии разработки, — создать план для покрытия необходимостей типизации.

А. ТЕОДОРЕСКУ, М. ДОНЧИУ, Х. РАЙЗЕЛ: Типизация сантехнических работ в рамках организации строительных площадок

В работе отмечатеся необходимость принятия во внимание дополнительных условий типизации сантехнических проводок, предназначенных для организации строительных площадок, по сравнению со схожими работами, выполняемыми для объектов капиталовложений.

Вопросы, возникающие при этом, связаны с тем обстоятельством, что время использования указанных работ на стройках, намного короче срока их износа.

Указаны, пути, по которым можно уменьшить вышеупомянутый недостаток, а именно: добавлением к элементам, характерным типизации, новых дополнительных условий, предназначенных для обеспечения возврата различных элементов и их многократное использование на других стройках.

Г. АСАНДЕЙ: Соображения о влиянии технологии производства работ на процесс проектирования зданий и сооружений

Проведен анализ взаимного соотношения между различными факторами, характеризующими процесс замысла здания или сооружения и теми, которые относятся к действительным способам производства работ. Подчёркнуто качественное влияние технологии производства работ на критерии оптимизации проектных решений.

В виде примеров приводятся ссылки на некоторые современные технологии и описываются, как частный слусай, результаты экспериментальных исследований „эффекта" на физико-механические характеристики некоторых железобетонных конструкций, выполненных в условиях различных решений опалубки.

М. ЛУПУ: Новые решения сборно—разборных объектов для организации строительных площадок

Рост степени индустриализации строительства вменяет необходимость пересмотра понятия о выполнении объек-

тов, предназначенных для организации стройплощадок.

В реферате представленны важнейшие выводы, обосновывающие исследования, проиеведенные с этой цель в И.П.Ч.

Преследуя устранение временного характера работ по организации стройплощадки, проанализирован большой диапазон решений, приводящих к различным срокам эксплуатации на одном и том же месторасположении — передвижного характера, сборно-разборных или неразборных, выполняемых из современных эффективных материалов.

Выявлены наиболее характерные решения объектов, предназначенные для работ по организации стройплощадки; подчёркнуты экспериментальные работы, предпринятые с целью внедрения указанных решений в практику.

И. НЯГУ: Замечания, относительно организации строительной площадки в условиях индустриализации строительно-монтажных работ

Индустриализация строительно-монтажной деятельности приводит к необходимости принятия языка и приёмов, специфических экономике промышленности.

В сообщении охвачены некоторые вопросы относительно
- — разработки повторно-применяемых проектов организации стройплощадок;
- — определения стоимости объектов, необходимых для организации стройплощадки при их разовом использовании;
- — влияния технико-экономических параметров вспомогательного производства на себестоимость изделий.

В основе сообщения находится накоплённая практика И.П.Ч., полученная при проектировании промышленных площадок в городе Тырговиште, Тулча и т.п.

Шт. БУСУЁК: Аспекты полигонного производства сборных элементов на стройплощадке

Выявлены нкеоторые технико-экономические аспекты,относящиеся к полигонному производству сборного бетона, организованного на производственных базах больших промышленных строек, выполняемых управлениями Министерства Промышленного Строительства.

Производственная мощность этих полигонов равняется 5.000...10.000 м³/год.

Текущее производство будет направленно, главным образом, на покрытие необходимостей в малосерийных сборных элементах и пиковых периодов, когда промышленность не в силах удовлетворить требования.

Принятые технологии обеспечивают изготовление железобетонных и преднапряжённых элементов, длиной не более 18,0 м и весом до 10 т, применяя для этого оборудование, исключительно отечественного производства, которое легко содержать и эксплуатировать.

CUVÎNT DE DESCHIDERE A SESIUNII DE COMUNICĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE A I.P.C.

Ing. MATEI GHIGIU
Ministrul construcţiilor industriale

Îmi este deosebit de plăcut să adresez, în numele Ministerului Construcţiilor Industriale, un călduros bun venit tuturor participanţilor la sesiunea de comunicări tehnico-ştiinţifice cu tema : „Tipizarea construcţiilor industriale, metodă eficientă de creştere a gradului de industrializare“, *organizată de Institutul de Proiectare pentru Construcţii, în cinstea aniversării a 50 de ani de la crearea Partidului Comunist Român.*

Salutăm în mod deosebit prezenţa în mijlocul nostru a specialiştilor de peste hotare care, prin activitatea desfăşurată, aduc contribuţii valoroase la soluţionarea problemelor complexe puse de tipizarea şi industrializarea construcţiilor.

Sesiunea de comunicări tehnico-ştiinţifice, ale cărei lucrări încep astăzi, marchează împlinirea a 15 ani de activitate organizată pentru tipizarea construcţiilor în ţara noastră. Ea are loc la începutul unui nou cincinal, în care volumul investiţiilor prevăzute, sporit faţă de perioadele anterioare, va asigura — în conformitate cu Directivele Congresului al X-lea al Partidului Comunist Român — dezvoltarea armonioasă ascendentă a economiei naţionale. Ca urmare, în paralel cu analiza bilanţului activităţii desfăşurate pînă în prezent, actuala sesiune de comunicări va trebui să jaloneze, în perspectiva viitorului, principalele direcţii întrevăzute astăzi, care vor permite îndeplinirea sarcinilor puse în faţa noastră.

În conformitate cu politica dusă de partidul şi statul nostru în vederea dezvoltării tuturor sectoarelor social-economice şi, în primul rînd, a industriei, construcţiile în general şi construcţiile industriale în special au cunoscut, în anii de după cel de-al doilea război mondial, o dezvoltare impetuoasă.

Astăzi, activitatea de construcţii-montaj este una din ramurile de bază ale economiei naţionale. Ea asigură în măsură hotărîtoare dezvoltarea altor ramuri de producţie, angajează importante resurse tehnico-materiale, cuprinde peste 600 de mii de salariaţi şi contribuie cu aproape 10% la formarea venitului naţional.

În realizarea amplului program de investiţii, prevăzut pentru perioada 1971 — 1975, care prezintă o creştere de aproape 50% faţă de volumul investiţiilor realizate în cincinalul precedent, sarcini de mare importanţă revin constructorilor (cercetători, proiectanţi şi executanţi). Aceştia, alături de beneficiari, poartă răspunderea pentru folosirea unei părţi însemnate din venitul naţional, pentru realizarea în termen a celor peste 1.100 capacităţi şi obiective industriale prevăzute şi pentru asigurarea unei eficienţe economice ridicate a acestor investiţii.

Realizarea programului de investiţii, în condiţii de eficienţă sporită, este nemijlocit legată de găsirea unor soluţii mai economice şi mai rapide în proiectare şi în execuţie, de introducerea şi generalizarea tehnologiilor şi materialelor noi, precum şi a metodelor de lucru avansate, care să asigure o industrializare maximă a producţiei de construcţii-montaj. Dezvoltarea industrializării construcţiilor prin mărirea gradului de tipizare, prin extinderea folosirii prefabricatelor în construcţii, instalaţii şi montaj, concomitent cu reducerea greutăţii acestora, va permite transformarea şantierului într-un loc de montaj al elementelor produse în serie în fabrici şi în ateliere centralizate, contribuind astfel la reducerea duratei de execuţie a investiţiilor.

Un rol deosebit de important în promovarea industrializării construcţiilor a revenit proiectării, care trebuia în prealabil să rezolve în mod unitar o serie de probleme complexe : sistem modular, serierea şi tipizarea elementelor şi detaliilor de construcţii, tipizarea subansamblurilor, a secţiunilor de clădiri şi a clădirilor întregi, proiectarea de elemente şi de structuri prefabricate.

Pentru rezolvarea acestor probleme, în anul 1956 s-au pus bazele proiectării tip prin înfiinţarea primei organizaţii de proiectare cu profil de tipizare — în care tipizarea construcţiilor industriale a avut o pondere importantă — în

concordanță cu prevederile planurilor de dezvoltare a economiei naționale. În anul 1969, sectorul de tipizare a construcțiilor industriale a format nucleul actualului Institut de Proiectare pentru Construcții (I.P.C.).

Acțiunea de tipizare a construcțiilor industriale, coordonată de Ministerul Construcțiilor Industriale, s-a desfășurat în mod complex. La această acțiune de tipizare, în afară de Institutul de Proiectare pentru Construcții, principalul realizator al proiectelor tip cu o pondere de cca 70% din volumul total de proiecte tip existente, au mai contribuit și alte organizații din țara noastră. Astfel :

— Institutele de proiectări tehnologice ale diferitelor ramuri industriale au elaborat proiecte tip specifice, au colaborat la precizarea temelor și a necesităților de tipizare și au folosit proiectele tip existente la proiectarea investițiilor din domeniul lor de activitate.

— INCERC a întreprins studii și cercetări, teoretice și experimentale, pentru fundamentarea și verificarea soluțiilor noi, propuse pentru tipizare.

— Centrala industrială a prefabricatelor din beton a colaborat la experimentarea elementelor prototip, a rezolvat problemele de ordin tehnologic ale executării prefabricatelor și a executat prin fabricile sale o mare parte din volumul prefabricatelor folosite în construcții în această perioadă.

Activitatea de proiectare tip a Institutului de Proiectare pentru Construcții s-a orientat, în conformitate cu directivele primite, asupra obiectelor și elementelor de construcție aferente, care sînt comune mai multor ramuri sau sectoare ale economiei naționale. In acest sens, o atenție specială a fost acordată halelor industriale parter, cu grad mare de folosință, iar ulterior halelor industriale etajate, elaborîndu-se cataloage de elemente prefabricate de structură și de închidere, cataloage de detalii tip și directive, proiecte de secțiuni. Este de remarcat că, din punct de vedere calitativ, tipizarea elementelor prefabricate pentru hale industriale a evoluat pe o linie permanent ascendentă, trecîndu-se, în etape, la elemente tipizate de deschideri mai mari sau de suprafețe mai mari, corespunzător dotării fabricilor și șantierelor de construcții cu utilaje de ridicat și de transport ; de asemenea, în ceea ce privește structurile, s-a trecut de la structuri parțial prefabricate la structuri integral prefabricate.

În afara halelor de producție, activitatea de proiectare tip a Institutului de Proiectare pentru Construcții a mai cuprins : construcții inginerești (castele de apă și rezervoare în variante monolite și prefabricate, stîlpi pentru linii electrice aeriene, estacade etc.) și alte clădiri și construcții (magazii de cereale, stații de întreținere auto, clădiri administrative și social-sanitare și altele).

Sînt de menționat, de asemenea, soluțiile tipizate pentru obiectele de organizare a șantierelor, precum și dispozitivele pentru manipularea și transportul prefabricatelor.

Aplicînd practic directivele conducerii de partid și de stat cu privire la promovarea progresului tehnic, Institutul de Proiectare pentru Construcții s-a axat pe extinderea folosirii betonului precomprimat și a trecut, într-o măsură din ce în ce mai mare, la rezolvarea unor probleme de proiectare cu ajutorul calculatoarelor electronice, prin elaborarea de programe și prin valorificarea lor la studiile și proiectele întocmite.

Pentru această activitate de tipizare a fost necesară efectuarea de studii de seriere în vederea stabilirii unor sortimente restrînse de tipuri de elemente, studii privind concepția statică și concepția antiseismică, studii de tipizare, studii de optimizare, studii privind tehnologia lucrărilor de execuție, iar pentru fundamentarea politicii Ministerului Construcțiilor Industriale în domeniul construcțiilor industriale se elaborează studii cu caracter de directivare.

Cele peste 10 000 exemplare de proiecte tip, pe care Institutul de Proiectare pentru Construcții le editează și le difuzează anual în toată țara, dau o imagine semnificativă a importanței contribuției sale în domeniul tipizării.

Activitatea de tipizare desfășurată în țara noastră s-a concretizat în realizări remarcabile. Astfel, între anii 1960—1970 s-au construit după proiecte tip :

— cca	*5.300.000 m²*	*hale industriale, executate numai cu elemente prefabricate tipizate, produse de Centrala Industrială a Prefabricatelor de Beton ;*
— cca	*1.000*	*castele de apă cu o capacitate totală de înmagazinare de cca 200.000 m³ ;*
— cca	*1.500*	*rezervoare cu o capacitate totală de înmagazinare de cca 750.000 m³ ;*
— peste	*500.000 m²*	*suprafață de depozitare în magazii de cereale și altele.*

În afară de promovarea industrializării construcțiilor, care a dus la o creștere importantă a productivității muncii pe șantiere, extinderea tipizării construcțiilor a contribuit :

- *la economii de forțe de proiectare, care pot fi apreciate la cca 5.000 proiectanți-ani ;*
- *la scurtarea termenelor de elaborare a proiectelor de investiții ;*
- *la reducerea consumului de materiale (cca 30.300 tone oțel și cca 50.000 m³ material lemnos la lucrările realizate între anii 1960-1970) ;*
- *la realizarea de construcții în condiții optime din punct de vedere tehnic, economic și funcțional ;*

• *la introducerea progresului tehnic în proiectare și execuție etc.*

Datorită acestor avantaje, folosirea proiectelor tip la proiectarea investițiilor industriale este în continuă creștere, prevăzîndu-se pentru anul în curs un grad mediu de folosire de cel puțin 35%.

Apreciind în mod pozitiv, în ansamblu, activitatea de tipizare desfășurată în acești 15 ani, trebuie însă menționate unele probleme actuale mai importante, care se cer rezolvate. Astfel :

• *Extinderea folosirii proiectelor tip la întocmirea proiectelor de investiții trebuie să rămînă permanent în atenția proiectanților și a beneficiarilor. Unele ramuri industriale -- importante din punctul de vedere al investițiilor de construcții — au în această privință sarcini mult sporite față de realizările lor din anul 1970 (industria chimică, industria alimentară), altele nu au realizat în întregime sarcinile planificate (industria metalurgică, industria lemnului). Aceste ramuri vor trebui să-și concentreze eforturile pentru îndeplinirea sarcinilor planificate, care sînt considerate ca minimale.*

• *Prefabricarea nu a pătruns decît în mod limitat la unele categorii de obiecte, ca de exemplu halele de producție și de depozitare etajate, domenii în care este necesar să se extindă gama de proiecte tip, pentru a putea fi acoperite cît mai multe funcțiuni. De asemenea, va trebui să existe o mai mare preocupare pentru prefabricarea și preasamblarea elementelor componente ale instalațiilor.*

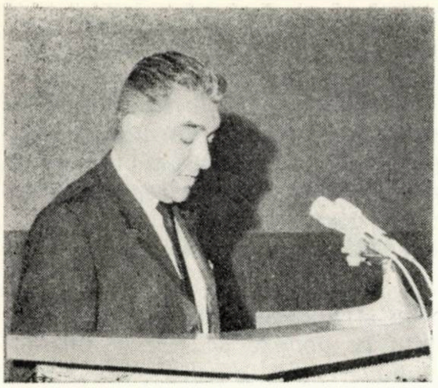
• *Se proiectează încă destul de frecvent — și fără justificare, în cazul obiectelor industriale — betoane monolite, zidării de cărămidă, tencuieli, finisaje pretențioase. Se prevăd într-o foarte mică măsură soluții prefabricate pentru pereți exteriori, pentru compartimentări interioare sau pentru diverse elemente de construcție (scări, parapete, aticuri etc.), chiar și în cazul clădirilor concepute cu structură prefabricată. Trebuie însă arătat că, deși în ultima vreme s-au elaborat proiecte tip pentru elemente de închidere din diferite materiale eficiente (beton celular autoclavizat, azbociment, profilit etc.), folosirea acestora este foarte redusă și din cauză că se fabrică în cantități insuficiente și cu calități încă inferioare față de cerințe. Apare necesară luarea de măsuri pentru îmbunătățirea calității acestor elemente, cunoscînd că progresul în proiectarea și executarea construcțiilor este dependent în mod nemijlocit de progresul industriei materialelor de construcții.*

• *În alcătuirea structurilor prefabricate trebuie să fie avută în vedere scurtarea duratei de execuție a obiectivelor, durată care — cu toate măsurile luate — continuă să rămînă destul de lungă. Este necesar ca elementele prefabricate proiectate să fie astfel concepute încît să permită multiple combinări în alcătuirea construcțiilor și să elimine manopera de finisare. Finisarea prefabricatelor trebuie să fie realizată chiar la confecționarea lor în fabrică sau atelier, fie din însuși materialul din care sînt executate, fie prin aplicarea unor straturi de protecție, avînd și rol de finisaj.*

• *Pe linia reducerii greutății construcțiilor este necesar să se studieze și să se introducă prefabricatele din beton cu agregate ușoare pentru elementele de structură, domeniu în care sîntem abia la început.*

Cele arătate mai înainte, ca și volumul important de noi construcții prevăzut în cincinalul care a început, fac ca extinderea tipizării și industrializării construcțiilor să rămînă un imperativ mereu actual, a cărui realizare impune eforturi susținute.

De aceea, această sesiune de comunicări — retrospectivă a unei activități de tipizare de 15 ani cu realizări remarcabile, dar totodată și privire către viitor — trebuie să reprezinte expresia convingerii proiectanților și constructorilor din țara noastră că linia directoare generală dată la Congresul al X-lea al Partidului Comunist Român de a continua consecvent industrializarea pe baza cuceririlor revoluției tehnico-științifice contemporane este perfect valabilă și pentru ramura construcțiilor.



REALIZĂRI ÎN TIPIZAREA CONSTRUCŢIILOR INDUSTRIALE ÎN 15 ANI DE ACTIVITATE

Ing. PETRU VERNESCU

Director I.P.C.

Se împlinesc 15 ani de cînd a luat fiinţă primul institut de proiectare care avea în profilul său, ca activitate principală, tipizarea construcţiilor industriale. De atunci, ca urmare a diferitelor organizări, acel colectiv de început a crescut numeric şi ca experienţă, a purtat diferite denumiri şi astăzi se găseşte în cadrul institutului nostru, Institutul de proiectare al Ministerului Construcţiilor Industriale.

Desigur că tipizarea construcţiilor, atît de intim legată de procesul de creştere a industrializării modului de execuţie a construcţiilor, a parcurs un drum lung, s-a dezvoltat, s-a perfecţionat, şi-a găsit formele specifice de manifestare, a învăţat din propria sa activitate. Dacă cu 15 ani în urmă, la o primă discuţie cu specialiştii din activitatea de proiectare a construcţiilor industriale, s-au exprimat îndoieli asupra necesităţii şi viabilităţii activităţii de tipizare, astăzi a devenit clar care sînt domeniul, necesitatea, rolul pe care-l joacă tipizarea în contextul activităţii sectorului de construcţii.

În cadrul acestei sesiuni, îmi revine sarcina de a prezenta un scurt bilanţ al activităţii colectivului de proiectanţi din institutul nostru, care s-au străduit de-a lungul anilor, prin efort creator, să dea formă unor sarcini trasate de conducerea de partid şi de stat.

Aşa cum s-a arătat în cuvîntul de deschidere, prin acţiunea de tipizare se realizează în primul rînd promovarea industrializării construcţiilor, care prin esenţă are la bază tipizarea elementelor componente, a clădirilor, secţiunilor şi porţiunilor de clădire. În acelaşi timp se realizează economii de forţe de proiectare şi scurtarea termenelor de elaborare a proiectelor de investiţii. În fine, se realizează un nivel tehnic ridicat, economic şi funcţional, atît prin aplicarea şi adaptarea proiectelor tip şi directive, cît şi prin rolul acestora de etalon pentru toate proiectele de construcţii.

Nu s-a făcut încă o ierarhizare în ceea ce priveşte importanţa unora sau altora dintre obiectivele activităţii de tipizare, este însă neîndoielnic că legătura industrializare-tipizare reprezintă elementul cel mai important, deoarece anularea acestei legături nu este posibilă.

În fond, *„a construi"*, această activitate atît de veche, ancorată încă în necesitatea de a folosi materiale de masă cu calităţi de multe ori modeste, nu poate spera a fi contemporană cu celelalte activităţi umane în domeniul tehnic decît prin transformarea ei într-un proces industrial, cu toate caracteristicile acestui proces : producţie de masă, automatizare, cercetare. La noi în ţară schimbările care se produc în activitatea de construcţie se datoresc dezvoltării impetuoase a economiei noastre naţionale, ca urmare a construirii socialismului.

Pentru a corespunde scopului, activitatea de tipizare a căpătat treptat un profund caracter de studiu şi cercetare, atît în ceea ce priveşte necesităţile de arhitectură, funcţiune şi confort, de dezvoltare a producţiei de materiale de construcţie, a bazelor de producţie şi a utilajelor, a progresului economic, cît şi în ceea ce priveşte progresul tehnic, al metodelor de calcul şi al sistemelor constructive. Din acest punct de vedere, activitatea în domeniul tipizării construcţiilor are două părţi componente : de proiectare, respectiv realizarea propriuzisă a proiectelor tip, şi de cercetare, respectiv totalitatea studiilor încercărilor, optimizărilor etc., care au ca obiect toate aspectele începînd cu funcţiunea umană sau tehnologică, pînă la proiectarea în detaliu a elementelor de construcţie. Această activitate de cercetare reprezintă baza activităţii de proiectare propriuzisă, cu menţiunea că activitatea de cercetare este deosebit de complexă şi antrenează permanent, pe lîngă specialişti din cadrul institutului nostru, institutele de cercetare, alte institute, producători etc.

Este locul să precizăm că activitatea de tipizare, dacă are un sediu principal, şi acesta desigur este institutul nostru, este susţinută şi dusă de către majoritatea institutelor de proiectare industrială, de către institutele de cercetare, de către producătorii de elemente şi materiale de construcţii şi de către realizatori. Ea nu poate fi concepută altfel decît ca un

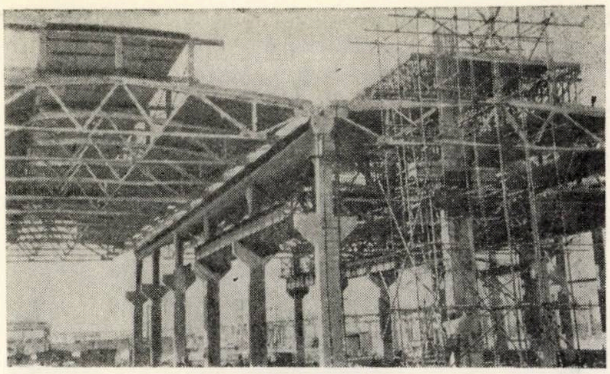


Fig. 1. — Structuri cu ferme preturnate

rezultat al muncii convergente a unui număr mare de organizații, fiecare păstrîndu-și rolul specific. Acesta este și motivul pentru care am considerat util ca la această aniversare să fie prezente cu comunicări cît mai multe organizații care contribuie la activitatea de tipizare a construcțiilor industriale.

Privită astfel, tipizarea este o metodă contemporană în proiectarea construcțiilor, dar nu numai atît ; prin caracterul impus de rezolvarea construcțiilor de masă, tipizarea schimbă

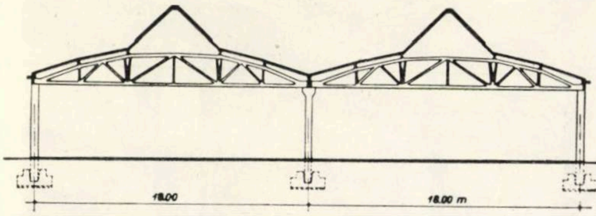


Fig. 2. — Secțiune transversală a unei hale cu ferme arc de panouri asamblate prin precomprimare

concepțiile proiectării obișnuite, căpătînd caracterul unei discipline aparte. Prin condițiile pe care le creează, de studiu, de analiză comparativă, de sinteză, de experimentare, inginerul își lărgește sfera de preocupări și devine om de știință.

În cele ce urmează se face o trecere în revistă a principalele noastre realizări :

Fig. 3. — Hală realizată cu ferme arc de 18 m deschidere, din panouri asamblate prin precomprimare

HALE PARTER

În domeniul halelor industriale s-a înregistrat o evoluție a sistemelor structurale datorită dezvoltării producției centralizate a elementelor prefabricate, a posibilităților de transport și montaj, a introducerii precomprimării și a perfecționării sistemelor de precomprimare, a dezvoltării productiei de betoane si de mărci ridicate, a dezvoltării cercetării și metodelor de calcul.

În perioada 1954—1958 (etapa I), construcțiile de hale din țara noastră se realizau prin procedee tradiționale, în beton armat monolit, sau cu elemente de beton armat preturnate pe șantier (fig. 1). În ateliere centralizate se executau doar cîteva tipuri de chesoane de acoperiș. Pe șantier se preturnau ferme sau arce tipizate, grinzi cu carcase sudate, grinzi pentru căi de rulare, stîlpi. Aceste elemente se executau în tehnica betonului tradițional, folosind cofraje de lemn.

O dată cu începerea dezvoltării producției centralizate de elemente si introducerea precomprimării, în perioada 1958 — 1962 (etapa II) s-a dezvoltat sistemul structural, integral prefabricat, compus din ferme asamblate prin precomprimare din elemente uzinate de maximum 3,5 tone, pane și plăci ușoare din beton celular autoclavizat (fig. 2). Acesta este primul pas important pe calea industrializării construcțiilor de hale parter, deoarece se realizează pentru prima oară :

- — prefabricarea integrală în uzină a elementelor componente ;
- — fragmentarea structurilor într-un număr redus de tipuri de panouri, executabile în condiții de mare serie ;
- — industrializarea integrală a execuției structurilor de hale, dînd șantierului un caracter de montaj ;
- — introducerea cu caracter de masă a betoanelor de mărci ridicate (B. 500) și precomprimarea cu cabluri cu caracter de masă ;
- — introducerea betonului ușor autoclavizat.

A fost primul salt important în concepția și executarea halelor (fig. 3) și primul succes al acestei activități care s-a concretizat prin reducerea cu 30% a greutății proprii, reducerea consumului de oțel, eliminarea în proporție de 80% a consumului de material lemnos, reducerea cu 20 — 40% a duratei de execuție, reducerea substanțială a manoperei la șantier.

De aceste tipuri de structuri au beneficiat investițiile multor industrii ca : industria lemnului, a materialelor de construcție, chimică, alimentară, metalurgică.

După 1959, corespunzător necesităților tehnologice mereu crescînde (etapa III), a fost conceput un nou sistem structural, cu un grad mai mare de universalitate, în vederea acoperirii necesităților de exploatare cerute de di-

versele ramuri industriale (fig. 4). Sistemul structural se compunea din grinzi cu zăbrele asamblate din panouri uzinate de maximum 5 t prin precomprimare pe șantier cu cabluri, chesoane în suprafețe mai mari decît în etapa precedentă, pane, plăci b.c.a., stîlpi prefabricați. Cu aceste structuri se puteau realiza hale care dădeau posibilitatea suspendării unor conducte și instalații tehnologice pe ambele di-

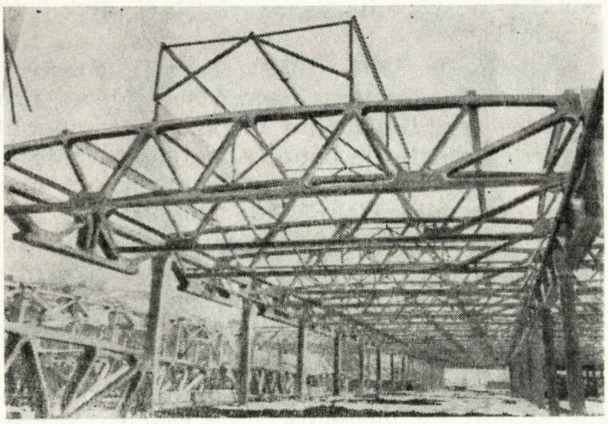


Fig. 4. — Structură cu deschideri de 18 m și travee de 12 m în timpul execuției

recții în înălțimea de construcție, se puteau suspenda tavane, se puteau prevedea mijloace de transport suspendat, grinzi rulante de 3,2 ÷ 5 tone, monoraiuri, poduri rulante etc.

Este epoca în care s-a făcut principalul efort de universalizare în tipizarea halelor, adică de a se furniza tipuri de hale care să corespundă unui număr cît mai mare de necesități funcționale (fig. 5).

Este, de asemenea, de menționat că înainte de intrarea în producție a elementelor structurale de rezistență, s-au făcut verificări experimentale pe prototipuri, controlîndu-se atît ipotezele, cît și procesul tehnologic de fabricație, punîndu-se bazele acelei părți din procesul de tipizare, partea experimentală, care astăzi a devenit o regulă (fig. 6).

Ca urmare a dezvoltării bazei materiale de producție a elementelor prefabricate și a perfecționării tehnologiilor de precomprimare, paralel cu creșterea dotării unităților de execuție cu mijloace de transport și montaj de mare capacitate, concepția structurilor de hale industriale parter a fost modificată în mod corespunzător.

Astfel, au fost concepute structuri asamblate din elemente liniare de beton precomprimat executate uzinat și transportate pe șantier, unde se fac numai operații de montaj (fig. 7).

Eliminarea manoperei de precomprimare pe șantier prin realizarea elementelor, inclusiv precomprimarea în fabrică, a permis o creștere substanțială a calității construcțiilor.

Din punct de vedere funcțional, structurile proiectate au permis rezolvarea unor variate necesități tehnologice, ceea ce a făcut posibilă utilizarea lor la realizarea construcțiilor industriale pentru aproape toate sectoarele de activitate.

Elementele componente ale structurilor au fost :

- grinzi transversale de 12 ; 15 și 18 m, în greutăți maxime de 12 t ;

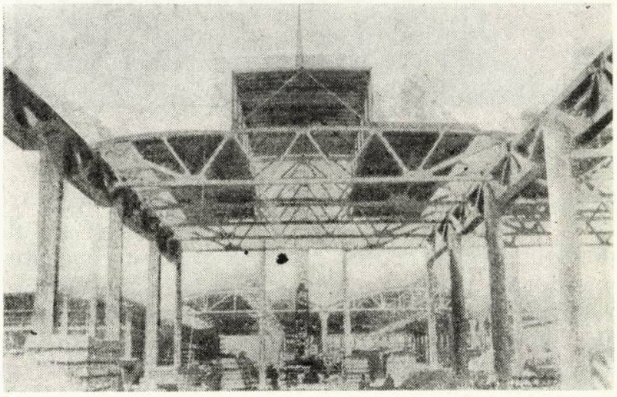


Fig. 5. — Montajul unei structuri cu deschideri de 18 m și travee de 12 m avînd luminătoare longitudinale dreptunghiulare

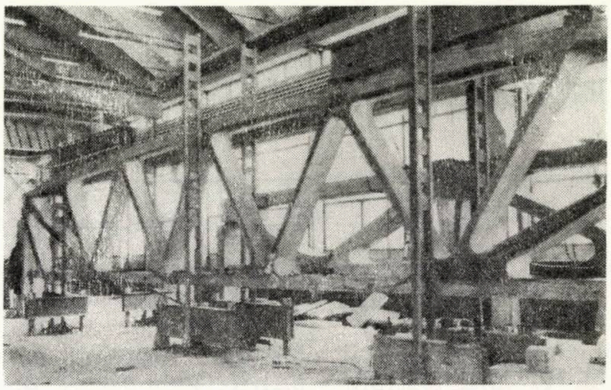


Fig. 6. — Experimentarea prototipurilor de fermă transversală la INCERC

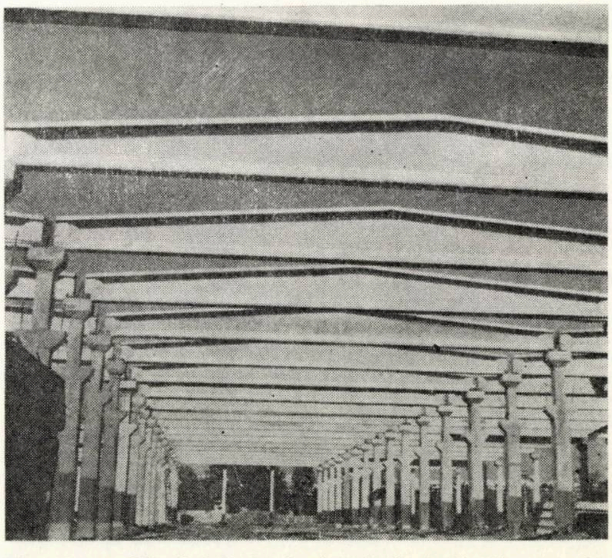


Fig. 7. — Montajul unei structuri de hală cu grinzi cu inimă plină de 18 m deschidere și travee de 6 m

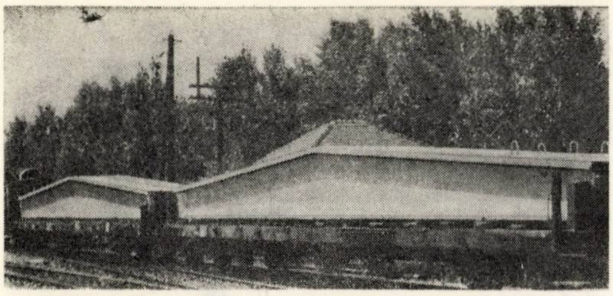


Fig. 8. — Transportul grinzilor de beton precomprimat pe vagoane c. f. special amenajate

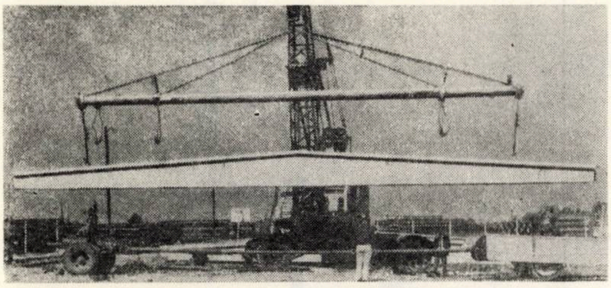


Fig. 9. — Grindă de beton precomprimat de 18 m deschidere, la 3 m interax, în timpul montajului

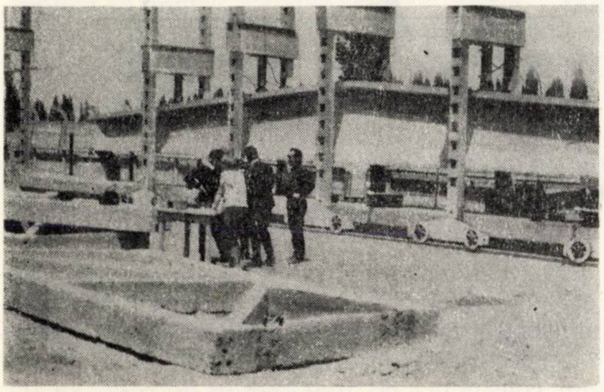


Fig. 10. — Aspect de la încercarea prototipurilor pe capetele de serie la fabrica C.I.P.B.-I.P.E.C. Brașov

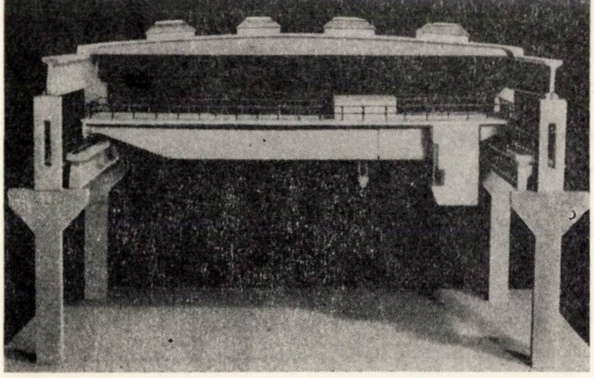


Fig. 11. — Structuri de hale cu poduri rulante realizate cu elemente de suprafață tipizate (machetă)

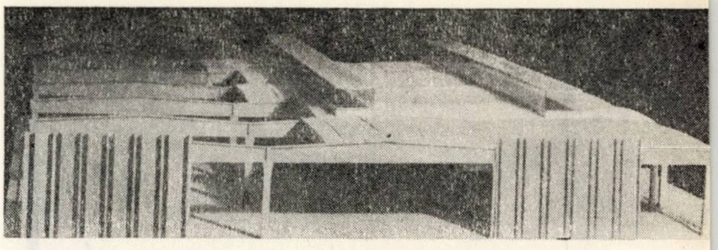


Fig. 12. — Machetă de studiu arătînd asamblarea elementelor de construcție, structură, pereți exteriori, luminătoare de tip M la hale industriale parter

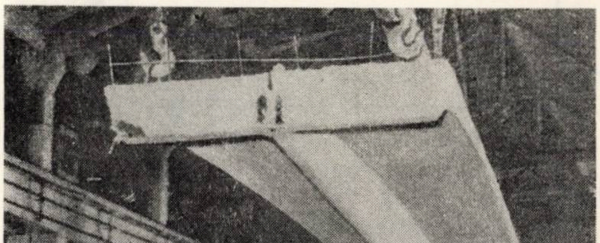


Fig. 13. — Decofrarea unui element T curb tipizat de 1,5 m × 18 m de pe instalația de formare autopurtătoare, la fabrica de prefabricate C.I.P.B. Deva

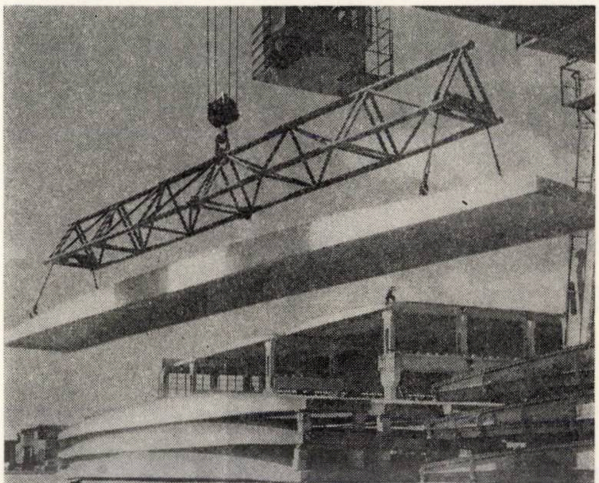


Fig. 14. — Cheson de beton precomprimat de 1,5 m × 12 m manipulat în incinta fabricii de prefabricate Palas. În planul al doilea : hală executată cu aceste chesoane

- grinzi longitudinale de 12 m ;
- chesoane pentru acoperiș de 3,00 m × × 6,00 m ;
- plăci de acoperiș din b.c.a. sau beton armat de 3,00 m.

Operația de precomprimare s-a transferat de pe șantier în fabrică, folosindu-se tehnologia cu toroane pretensionate (fig. 8, 9 și 10).

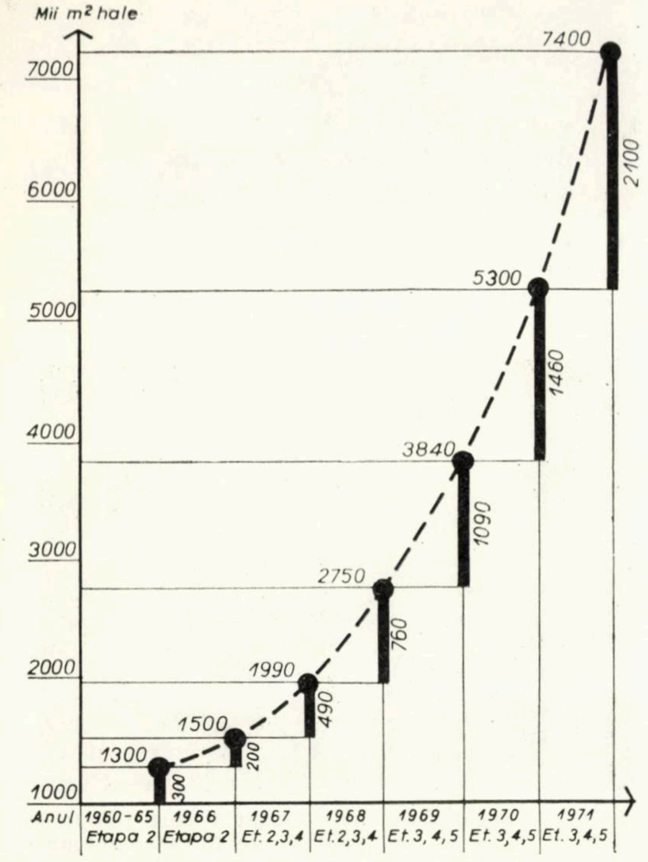


Fig. 15. — **Dinamica creşterii suprafeţelor de hale parter realizate cu elemente prefabricate din beton armat pe bază de proiecte tip în perioada 1960-1971**

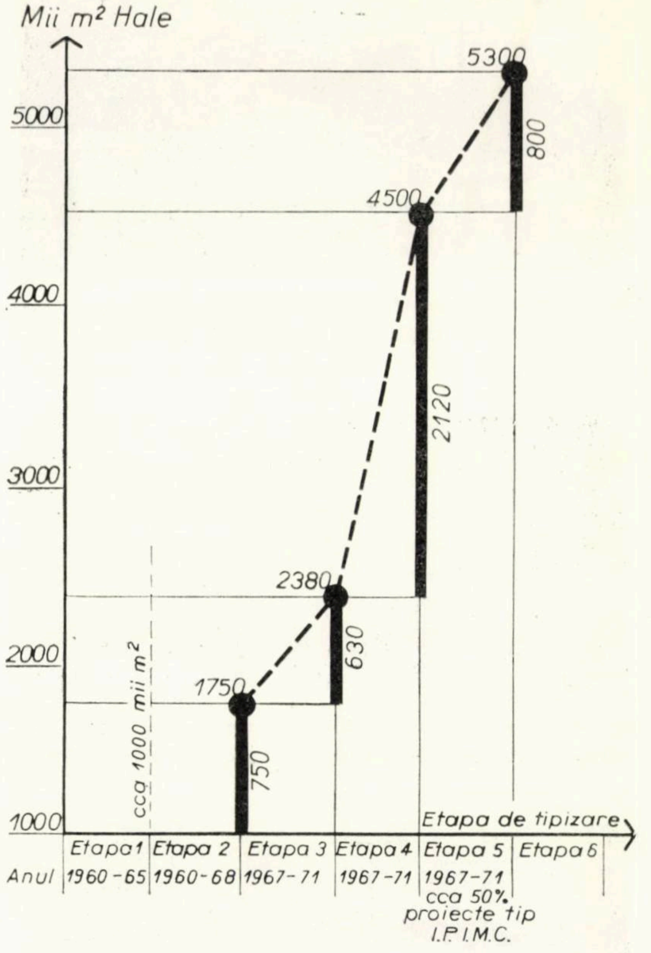


Fig. 16. — **Hale parter realizate cu elemente prefabricate pe bază de proiecte tip. Variaţia pe etape de tipizare a suprafeţelor construite (1960-1970)**

Cerinţele de reducere a manoperei pe şantier, paralel cu necesităţile de creştere a productivităţii în fabricile producătoare, precum şi respectarea indicaţiilor privind obţinerea unor consumuri cît mai reduse de oţel, au impus trecerea la o nouă concepţie de alcătuire a structurilor de hale.

*

Preocuparea pentru găsirea unor soluţii noi a fost orientată către introducerea elementelor de suprafaţă de greutăţi mari, capabile să sporească eficienţa construcţiilor industriale parter prin :

- realizarea unor piese de dimensiuni mari ;
- realizarea precomprimării întregii suprafeţe acoperite ;
- reducerea numărului de piese şi de îmbinări la montaj.

Sistemul la care s-a ajuns este compus din grinzi longitudinale sau transversale de 12 ; 15 ; 18 m, de greutate max. 18 t, peste care

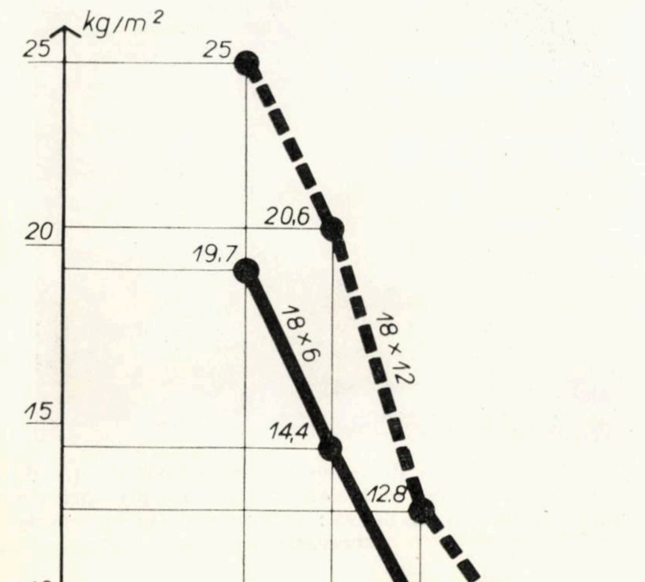


Fig. 17. — **Variaţia consumului de oţel în structura halelor industriale parter realizate cu elemente tip (trama de 18 m × 6 m şi 18 m × 12 m)**

reazemă elemente de suprafață mare de tip TT și T cu extrados drept ; TT și T cu extrados curb ; chesoane cu extrados curb avînd lungimea între 12 — 18 m și lățimi pînă la 3 m.

Structurile realizate în această concepție permit executarea unor variate tipuri de construcții industriale pe tramele : 12 m × 12 m ; 12 m × 15 m ; 12 m × 18 m (fig. 11 și 12).

Din punct de vedere funcțional, elementele de suprafață mare permit o mare flexibilitate în raport cu necesitățile funcționale, și anume :

— distribuirea pe acoperiș, în mod uniform, a suprafețelor de iluminare naturală ;

— practicarea de goluri tehnologice în oricare din pozițiile cerute ;

— suspendarea mijloacelor de transport interior pe oricare traseu cerut de tehnologie (fig. 13).

De menționat că elementele de suprafață permit și realizarea unor structuri de deschideri mari, de 24 și 30 m, la care elementele portante principale sînt rezolvate în metal de tip grindă cu zăbrele sau grindă cu inimă plină (fig. 14).

După această succintă trecere în revistă a principalelor caracteristici ale evoluției concepției halelor parter, să arătăm care sînt re-

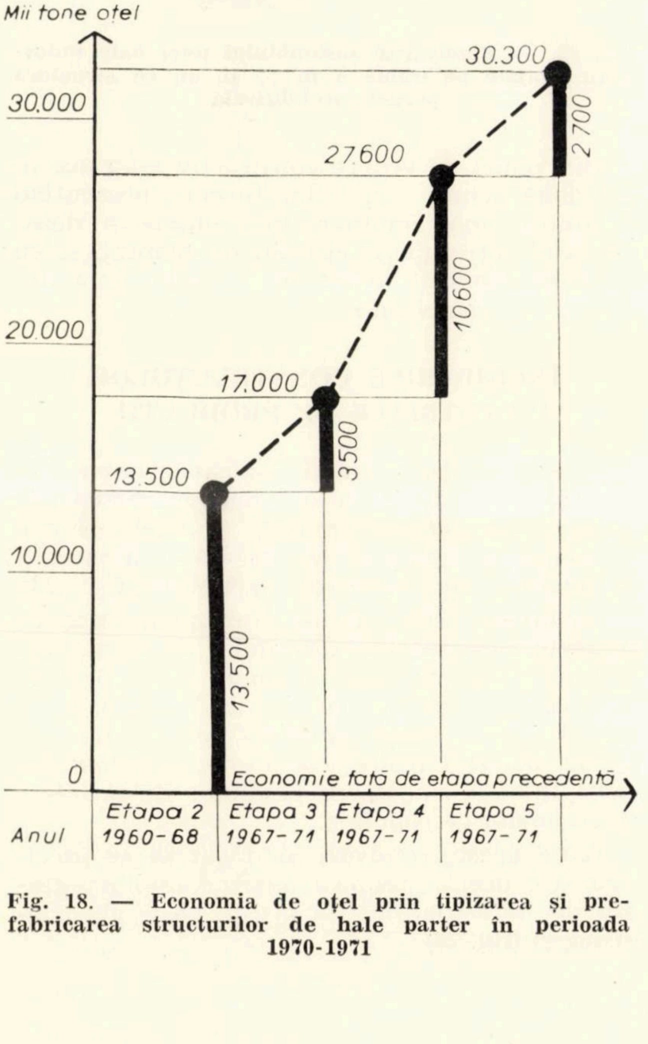


Fig. 18. — Economia de oțel prin tipizarea și prefabricarea structurilor de hale parter în perioada 1970-1971

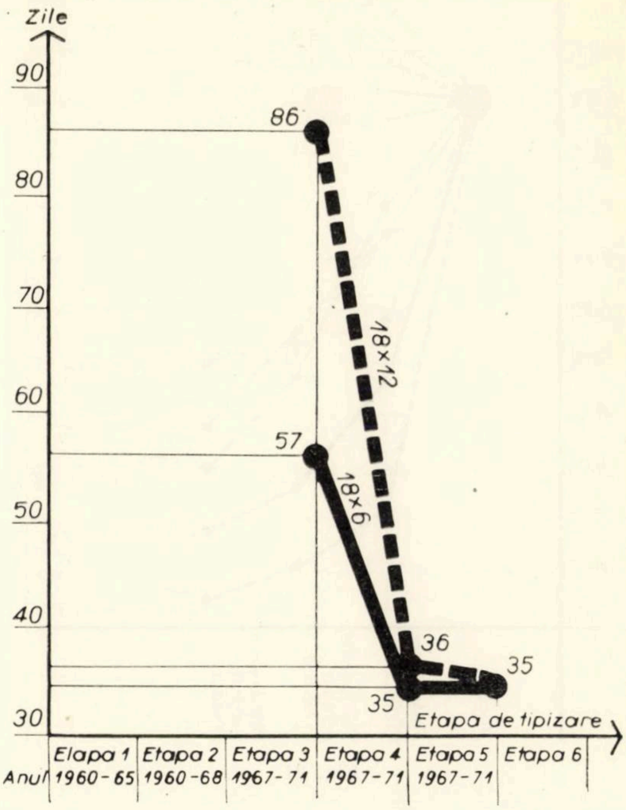


Fig. 19. — Durata de montaj pentru structura unei hale de 10 000 m² realizată cu elemente prefabricate uzinat

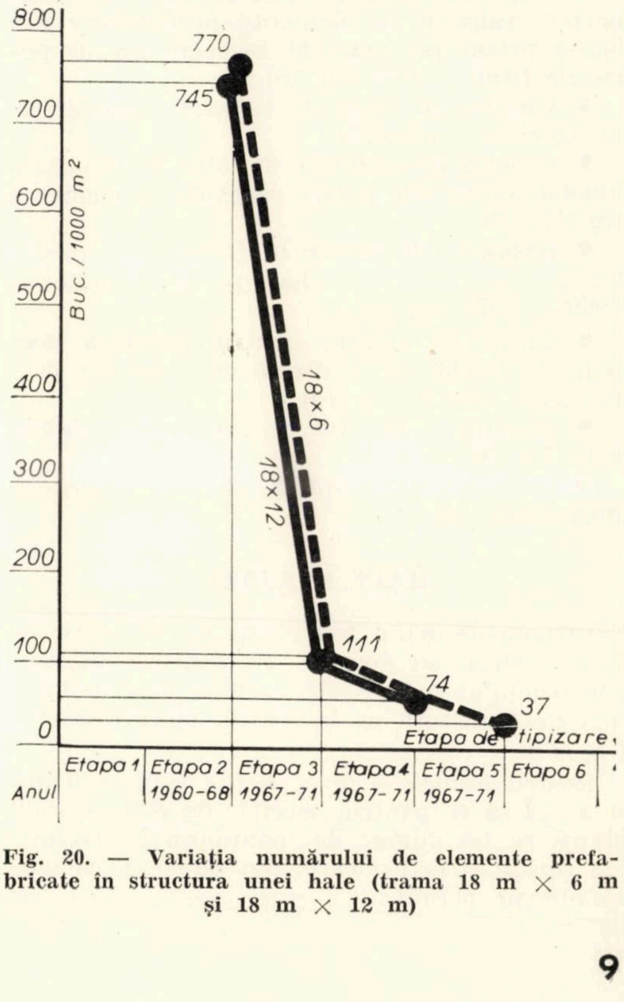


Fig. 20. — Variația numărului de elemente prefabricate în structura unei hale (trama 18 m × 6 m și 18 m × 12 m)

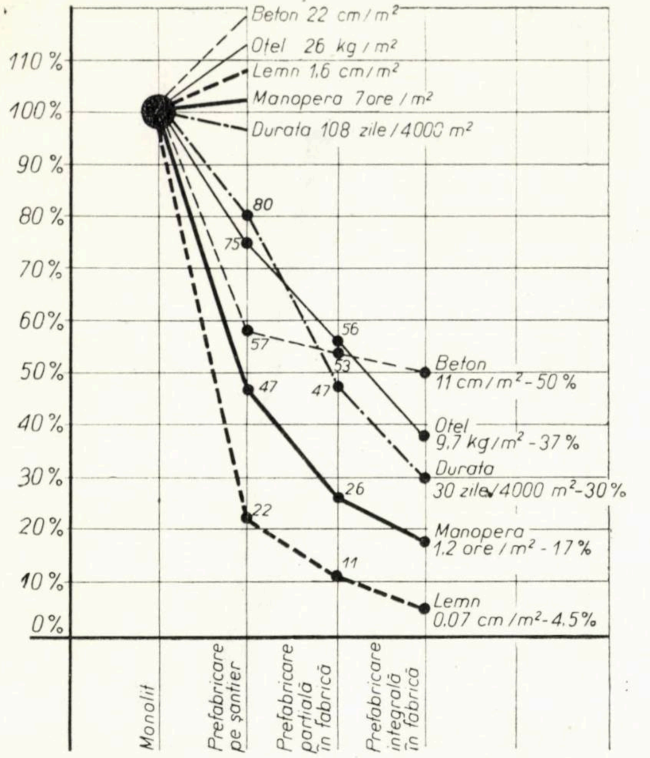


Fig. 21

zultatele economice la care a dus această evoluție, printr-o serie de grafice reprezentînd variația principalilor indicatori :

- dinamica creșterii suprafețelor de hale parter realizate cu elemente prefabricate din beton armat pe bază de proiecte tip în perioada 1960 — 1971 (fig. 15) ;
- variația pe etape de tipizare a suprafețelor construite (fig. 16) ;
- variația consumului de oțel în structura halelor industriale parter realizate cu elemente tip (fig. 17) ;
- economia de oțel prin tipizarea și prefabricarea structurilor de hale parter în perioada 1960 — 1971 (fig. 18) ;
- durata de montaj pentru structura unei hale de 10 000 m² realizată cu elemente prefabricate uzinate (fig. 19) ;
- variația numărului de elemente prefabricate (fig. 20) ;
- influența sistemului constructiv asupra indicatorilor (fig. 21).

HALE ETAJATE

Structurile avînd tehnologii de fabricație cu flux vertical au generat preocuparea tipizării construcțiilor industriale etajate, însă în mult mai mică măsură ca în cazul halelor parter (fig. 22).

Pentru tramele 6 m × 6 m ; 6 m × 9 m ; 6 × 12 m și pentru sarcini de 500 — 1500 kg/m² cu un număr de maximum 5 niveluri, am tipizat structuri care, din punct de vedere tehnologic, permit :

— amplasarea unor conducte de ventilație în înălțimea planșeului ;

— prevederea de tavane netede ;

— realizarea unor condiții de climatizare ;

— realizarea unor goluri tehnologice în planșeu.

Seria de hale tipizate s-a realizat cu elemente componente de greutăți între 5 și 18 tone :

- TT de planșeu de beton armat sau precomprimat ;
- grinzi principale de b.a. ;
- stîlpi turnați monolit sau preturnați pe înălțimea maximă a două niveluri.

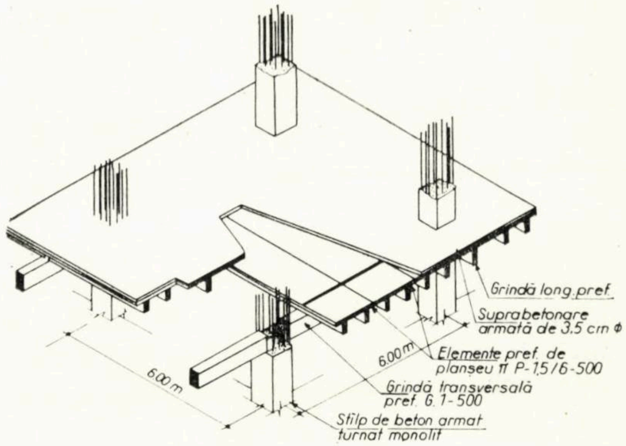


Fig. 22. — Rezolvarea ansamblului unei hale industriale etajate pe trama 6 m × 12 m, cu structura parțial prefabricată

Din punct de vedere constructiv s-au acceptat două soluții : cu stîlpi turnați, prezentînd avantajul unor îmbinări mai simple și dezavantajul întreruperii ciclului de montaj, și cu stîlpi prefabricați, avînd dezavantajul unor îmbinări mai complicate.

ÎNCHIDERILE CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE DE PRODUCȚIE

Paralel cu tipizarea și industrializarea elementelor de structură ale halelor industriale parter, s-au elaborat proiecte și detalii pentru elemente de închidere pe măsură ce a început producția unor materiale adecvate (fig. 23).

Dispunem astăzi de un sortiment larg de proiecte corespunzînd diferitelor materiale ca : betonul precomprimat, betonul ușor, profilit, azbopan, azbociment ondulat în foi mari, b.c.a. La aceasta se adaugă tipizarea tipurilor de tîmplărie, uși și ferestre, cu profile metalice din tablă îndoită, unificarea detaliilor de prindere a sistemelor de panotaje.

Toate aceste rezolvări au făcut să se precizeze o concepție tehnică, mărind implicit gradul de industrializare la aceste părți ale construcției (fig. 24).

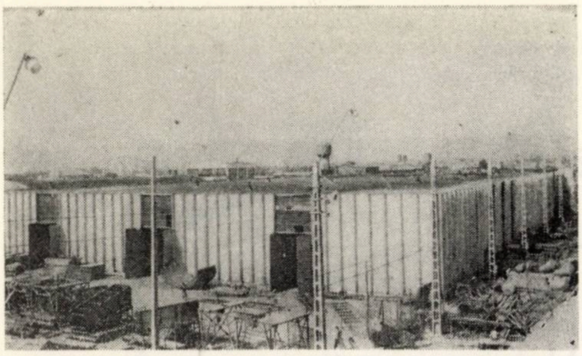


Fig. 23. — Hală de producție în timpul execuției, folosindu-se pentru închidere panouri prefabricate verticale de beton precomprimat

Actualmente ne propunem să extindem gama de rezolvări ale închiderilor din panouri ușoare, folosind tabla cutată de oțel și aluminiu. De asemenea, generalizarea soluțiilor din proiectele tip de hale etajate va introduce și elementele corespunzătoare de pereți cortină specifice construcțiilor care se dezvoltă în înălțime.

Este însă locul să arătăm că dacă totuși în acest domeniu industrializarea nu s-a extins în suficientă măsură, aceasta se datorește faptului că materialele necesare acestui progres nu au atins nivelul corespunzător din punct de vedere calitativ și cantitativ.

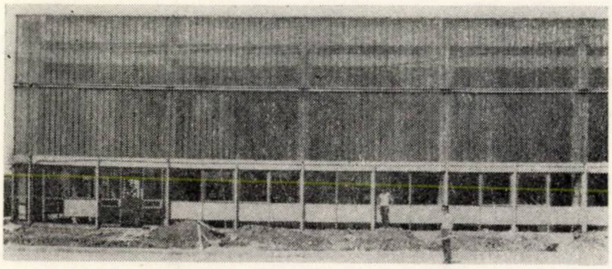


Fig. 24. — Închideri de elemente ușoare la uzinele „Electrotehnica" din București

CASTELE DE APĂ

Acoperirea necesarului de înmagazinare a apei potabile și industriale, atît în industrie și agricultură, cît și în rețelele de alimentare, a necesitat tipizarea castelelor de apă de diverse capacități : 50 ; 75 ; 100 ; 200 ; 300 ; 500 m^3 (fig. 25).

În ultimii zece ani s-au aplicat la capacitățile mici, proiecte tip de castele de apă realizate pe structură de b.a. monolit și pe structură mixtă, turn de zidărie și rezervor de b.a.

Proiectele tip întocmite au acoperit necesarul de castele cerute în investiții, pe baza lor executîndu-se cca 1000 de castele de apă, reprezentînd o capacitate de înmagazinare de cca 200 000 m^3.

Realizarea în continuare a volumului de castele de apă, în condițiile reducerii manoperei pe șantier și a duratei de execuție, a făcut necesar să fie studiate noi soluții constructive, a căror aplicare urmează a se face în actualul cincinal.

Se preconizează realizarea unei game de tipuri de castele de apă cu capacități de 50 — — 1000 m^3, cu înălțime de 15—40 m, în soluții constructive integral industrializate, prin executarea turnului de susținere din beton armat monolit turnat în cofraje glisante sau

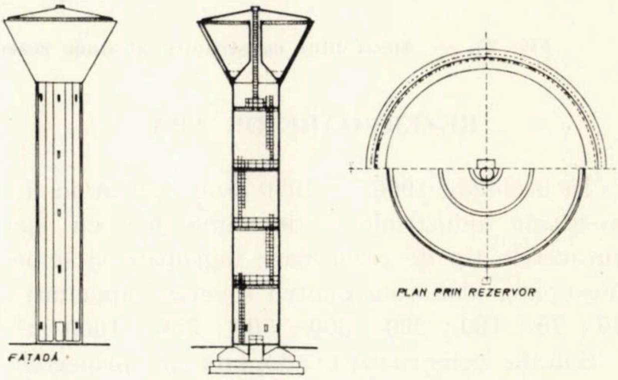
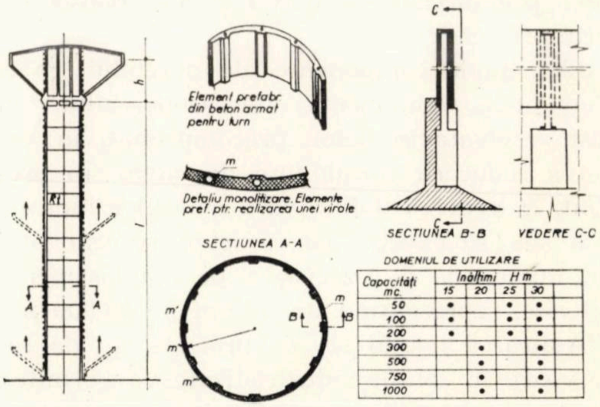


Fig. 25. — Ansamblul constructiv al unui castel de apă din beton monolit (soluție tipizată)

din elemente prefabricate uzinate, asamblate prin precomprimare pe șantier, iar rezervorul realizat din elemente prefabricate uzinate, asamblate la sol prin precomprimare și liftat la cotă prin tragere (fig. 26). Aceasta va duce la:

- reducerea consumului de lemn cu 20 — 50%
- reducerea consumului de oțel cu cca 30%
- reducerea manoperei de execuție cu 10 — 20%
- scurtarea termenului de dare în folosință cu cca 30%.



Capacități mc.	Înălțimi H m 15	20	25	30	
50	•		•	•	
100	•		•	•	
200	•		•	•	
300		•		•	
500		•		•	
750		•		•	
1000		•		•	

Fig. 26. — Castel de apă. Soluții cu elemente prefabricate

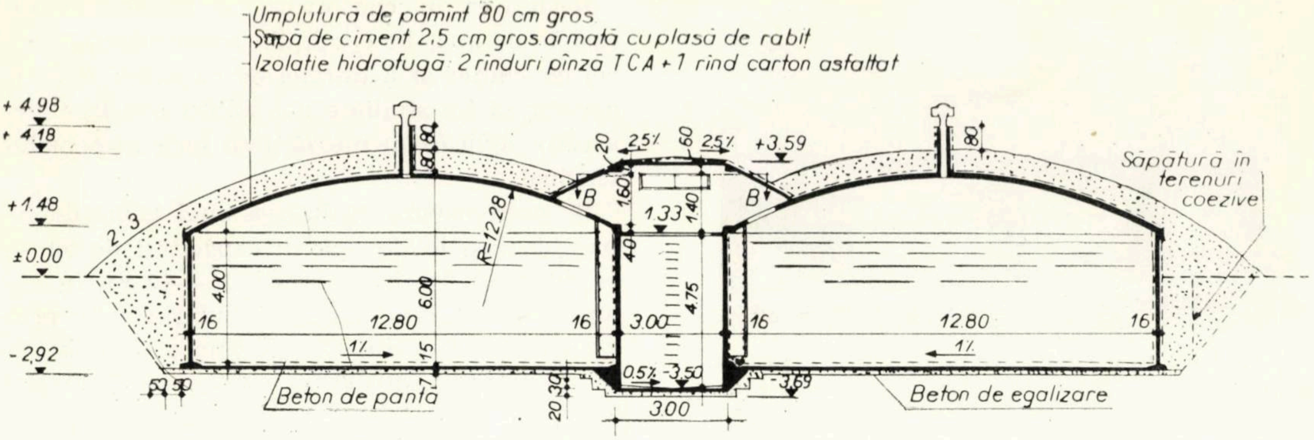


Fig. 27. — Ansamblul constructiv al unor rezervoare de apă din beton armat monolit (proiect tip)

REZERVOARE DE APĂ

În perioada 1960 — 1970 s-au aplicat în investiţiile industriale şi de alimentări cu apă proiectele tip de rezervoare îngropate şi semiîngropate, elaborate pentru diverse capacităţi : 50 ; 75 ; 100 ; 200 ; 300 ; 500 ; 750 ; 1000 m³.

Soluţia constructivă adoptată în proiectele tip aplicate în perioada 1960 — 1971 constă în realizarea rezervorului şi a cupolei din beton monolit în cofraje de inventar (fig. 27).

Frecvenţa de aplicare a proiectelor tip de rezervoare de apă, în perioada amintită, a fost foarte mare, reprezentînd construirea a cca 1500 de rezervoare de diverse capacităţi, însumînd cca 750 000 m³ volum construit pentru înmagazinarea apei.

Asigurarea cerinţelor de industrializare a execuţiei în paralel cu utilizarea adoptării unor soluţii calitativ superioare, a făcut necesară studierea unor noi game de proiecte tip de rezervoare cu capacităţi de 50 — 1000 m³ şi 1000—10 000 m³. În cadrul acestor noi soluţii se preconizează montarea pe şantier a panourilor prefabricate de pereţi şi asamblarea lor prin precomprimare.

Elementele componente ale peretelui, ca şi elementele componente ale acoperişului, au fost rezolvate în beton precomprimat, în vederea reducerii consumului de metal. În prezent, în vederea definitivării soluţiilor indicate mai sus, se execută cu caracter experimental un număr de 5 rezervoare pe amplasamente diferite, reprezentînd un volum de 25 000 m³.

Aplicarea noului set de proiecte tip de rezervoare în soluţii industrializate va permite :

- reducerea consumului de lemn cu cca 50% ;
- reducerea consumului de oţel cu cca 50% ;
- reducerea manoperei de execuţie cu 15—30% ;
- scurtarea termenului de dare în folosinţă cu cca 20%.

STÎLPI LEA — LINII ELECTRICE AERIENE

Realizarea unui volum mare de lucrări de electrificare a impus trecerea treptată de la stîlpii de lemn şi de metal la cei de beton armat (fig. 28).

În vederea reducerii consumurilor de metal s-au studiat şi proiectat stîlpi de beton vibrat precomprimat.

Una dintre cele mai importante probleme de proiectare, legată direct de rentabilitatea producţiei industriale, a constat în reducerea la minimum posibil a numărului de tipare metalice. Acest lucru a fost rezolvat obţinîndu-se executarea a 12 tipuri de stîlpi, necesare la realizarea a patru tipuri de linii electrice aeriene cu caracteristici diferite, cu numai patru tipuri de tipare.

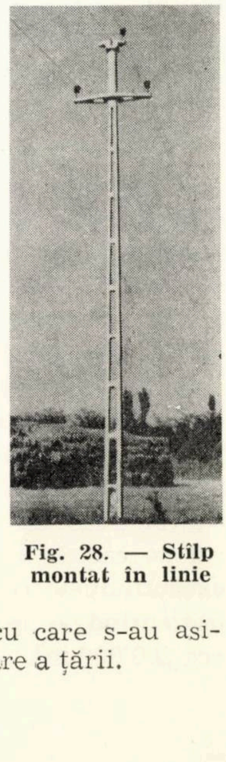


Fig. 28. — Stîlp montat în linie

Soluţiile tipizate au permis reducerea consumului de oţel cu cca 80% şi o reducere a preţului de cost cu cca 15%, faţă de stîlpii de beton armat vibrat şi centrifugat.

Pînă în prezent s-au executat în fabricile de prefabricate ale M.I.C.M. — C.I.P.B. cca. 500 000 m³ de stîlpi şi în alte unităţi de execuţie cca 150 000 m³, reprezentînd un număr de aproximativ 1 500 000 stîlpi, cu care s-au asigurat necesităţile de electrificare a ţării.

ESTACADE EXTERIOARE

În cadrul investițiilor pentru industria lemnului, în perioada 1960—1970 s-au executat cca 5 000 m de fir dublu de estacade pentru căi de rulare în depozite de bușteni.

Volumul construit a fost realizat prin aplicarea a trei tipuri de proiecte, în funcție de structura adoptată, și anume :

- estacade de beton monolit ;
- estacade de beton prefabricat ;
- estacade de beton prefabricat executate pe bază de proiect tip (fig. 29).

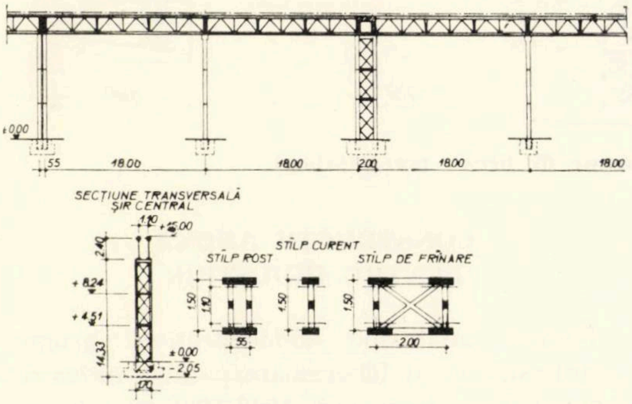


Fig. 29. — Estacade — căi de rulare realizate din panouri prefabricate asamblate prin precomprimare (proiect tip)

Aplicarea proiectului tip de estacadă pentru 3 500 m de fir dublu a permis o reducere a consumului de metal cu 30%, față de soluția netipizată, aplicată anterior.

SILOZURI DE CEREALE

În perioada 1961-1962, urgența construirii unor spații de depozitare pentru produse cerealiere a necesitat executarea unui volum important de construcții de însilozare, într-o perioadă foarte scurtă de timp.

Pentru mărirea rentabilității investițiilor deja făcute au fost executate celule de însilozare în vecinătatea silozurilor existente, construite într-o perioadă anterioară, astfel încît să se poată folosi aceleași instalații tehnologice.

Acoperirea necesităților a implicat :

— întocmirea unui proiect refolosibil pe baza căruia să se poată executa 35 de silozuri într-o singură campanie de construcții, pe amplasamente diferite, distribuite pe întreg teritoriul țării ;

— conceperea unei soluții constructive care să prezinte o execuție rapidă prin folosirea

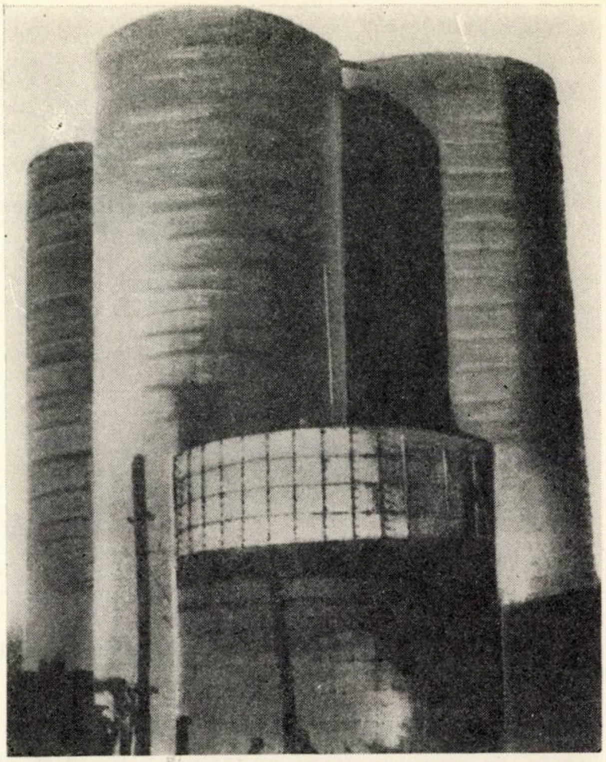


Fig. 30. — Celule la silozuri de cereale realizate în beton monolit turnat în cofraje pășitoare sau în cofraje glisante

cofrajelor pășitoare și a cofrajelor glisante (fig. 30) ;

— rezolvarea soluțiilor de fundații în diverse variante constructive astfel încît să se poată realiza construcțiile în diferite condiții de teren.

Construcțiile au fost realizate cu celule circulare de 7,50 m diametru și înălțimi de 25 m.

MAGAZII DE CEREALE

Pentru acoperirea necesarului de înmagazinare a produselor cerealiere, în condițiile distribuirii acestor spații pe întreg teritoriul țării, au fost tipizate proiecte pentru magazii de cereale de 3 000 și 5 000 t capacitate.

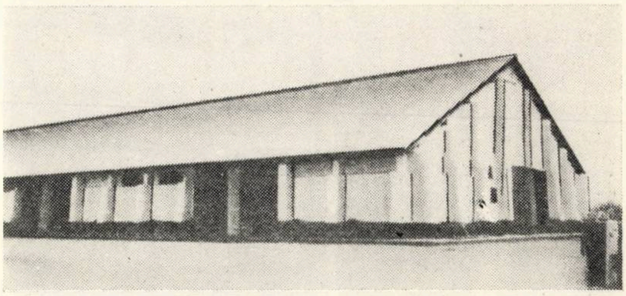


Fig. 31. — Magazie de cereale de 3 000 t capacitate realizată cu șarpantă de oțel-beton și închideri de azbociment ondulat

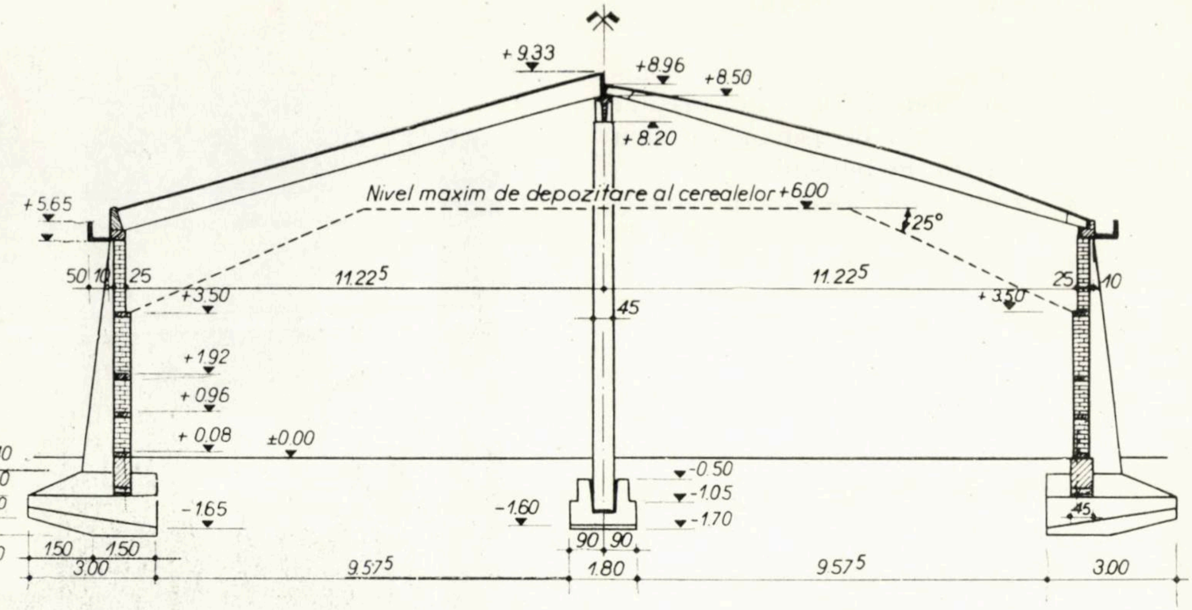


Fig. 32. — **Soluție structurală cu elemente de beton precomprimat**

S-a adoptat o soluție constînd din pereți de zidărie și acoperiș ușor cu schelet metalic și învelitoare de azbociment ondulat, cu care, în 1962-1968, s-au realizat construcții reprezentînd un spațiu de depozitare de cca 500 000 m^2, respectiv un volum de 1 200 000 tone (fig. 31).

În etapa 1968-1971, în vederea economisirii consumului de metal, a fost tipizată și aplicată o soluție structurală realizată din elemente de beton armat și beton precomprimat, folosind elemente de suprafață de tip cheson sau T drept (fig. 32).

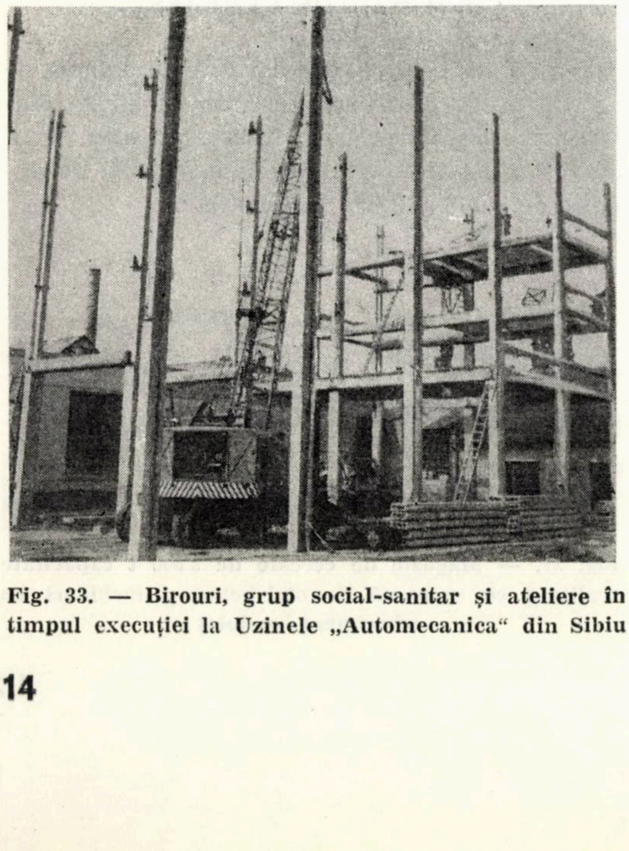


Fig. 33. — **Birouri, grup social-sanitar și ateliere în timpul execuției la Uzinele „Automecanica" din Sibiu**

CONSTRUCȚII ANEXĂ PENTRU INDUSTRIE

Pentru pavilioane administrative, grupuri social-sanitare și laboratoare pentru industrie, s-au elaborat între anii 1966-1968 și s-au reluat, ca o acțiune de diversificare în 1969, proiecte tip care prevăd rezolvări constructive cu elemente prefabricate, stîlpi, grinzi, plăci, avînd și închiderile perimetrale prefabricate din elemente curente sau speciale. După aceste proiecte s-au realizat numeroase investiții la diferite industrii din țară (fig. 33).

STAȚII DE ÎNTREȚINERE AUTO

Programele stațiilor de întreținere auto au fost abordate începînd din 1964, cînd a apărut evidentă necesitatea creării unei rețele de autoservire în țara noastră.

Astfel, în decurs de cîțiva ani s-au elaborat proiecte de execuție pentru diferite tipuri tehnologice :

- întreținere curentă, spălare, reglaje și reparații ușoare, gresare și schimbat ulei (fig. 34) ;
- reparații grele și capitale (fig. 35) ;
- spălare în flux continuu.

Arhitectura și amplasarea acestor construcții în cadrul urban, precum și funcționarea lor, răspund necesităților tehnologiilor de lucru și aspectelor comerciale și turistice specifice.

Desigur această practică îndelungată, succesele și insuccesele din activitatea noastră, re-

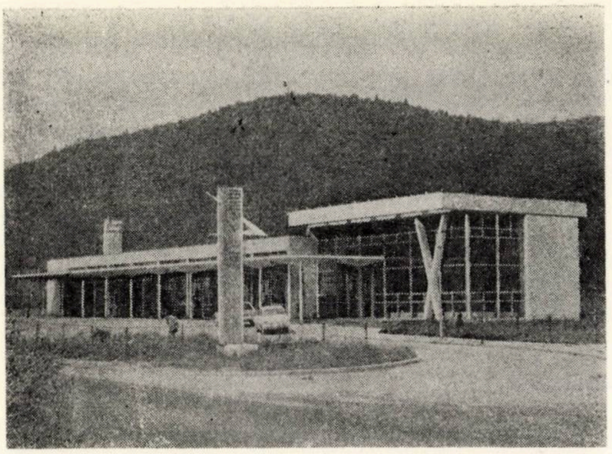


Fig. 34. — **Stație tip pentru întreținere curentă și reparații ușoare (Brașov)**

prezintă o bază de analiză care ne dă posibilitatea de a preciza unele idei călăuzitoare pentru viitor.

Ca metodă, putem afirma că știm astăzi forma în care tipizarea trebuie să abordeze diferitele genuri de construcții, în ce cazuri trebuie tipizate obiecte întregi, celule, elemente sau numai detalii, aceasta ținînd seama de caracterul și volumul construcțiilor din țara noastră. Trebuie arătat că s-a dovedit deosebit de eficientă tipizarea celulelor, a elementelor, subansamblurilor și detaliilor componente ale construcțiilor, serierea lor într-un număr restrîns de tipodimensiuni și caracteristici, pentru a putea fi produse industrial, dar suficient de larg pentru a putea duce la acea varietate necesară nevoilor construcțiilor. Și desigur că pe măsura dezvoltării producției de materiale eficiente și a producției uzinate de subansambluri sau părți de construcție, tipizarea lor va fi o condiție obligatorie a producției. Dar pentru a putea face aceasta este absolut necesară studierea construcțiilor în ansamblul lor, din toate punctele de vedere : funcțional, geometric, mecanic, seismic etc. Aceasta este și partea cea mai grea a activității deoarece antrenează un număr mare de specialități și îmbracă un caracter de cercetare. Este și activitatea care nu se vede imediat dar, fără ea, aceste părți componente nu se vor putea asambla bine în tipuri de construcții.

Practica a mai arătat că ciclul mediu în care un proiect se creează este de circa 4 ani ; aceasta înseamnă că este necesară o activitate continuă de studiu și cercetare care să alimenteze activitatea propriu-zisă de proiectare.

Ca surse de progres, este necesar să știm ce trebuie să urmărim în principal pentru a asigura un progres al modului cum construim.

• *În primul rînd,* materialele cu care construim. Numai perfecționarea materialelor, introducerea unor materiale cu calități superioare va putea asigura un pas înainte hotărîtor. Este bine să arătăm că dacă o perfecționare este întotdeauna posibilă, totuși cu betonul de marcă 500-600 și cu actualele sisteme de precomprimare nu se vor obține mari progrese dincolo de ceea ce s-a făcut pînă în prezent. Dezvoltarea producției de materiale pentru construcții cu calități superioare este principala cale de progres.

• *În al doilea rînd,* este necesară perfecționarea modului în care producem, transportăm și montăm părțile componente ale construcțiilor. Acestea sînt marile consumatoare de manoperă, acesta este un domeniu în care este posibil a se face progrese remarcabile.

Este și de datoria institutului nostru de a contribui prin lucrările sale la dezvoltarea tehnicității în acest domeniu.

• *În al treilea rînd,* optimizarea datorită calculului electronic. Această posibilitate mo-

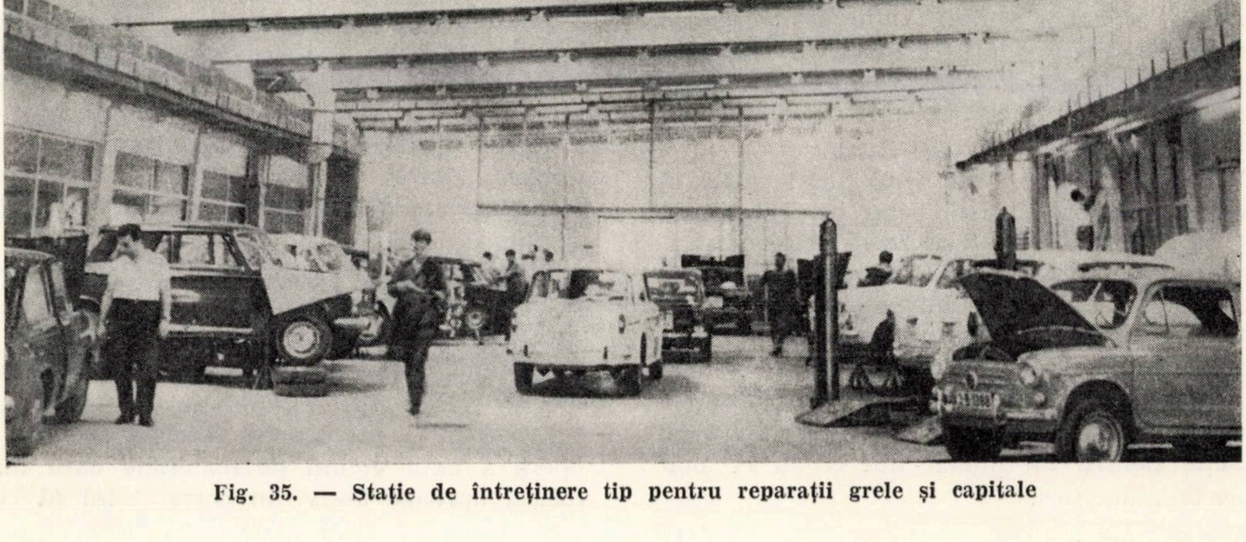


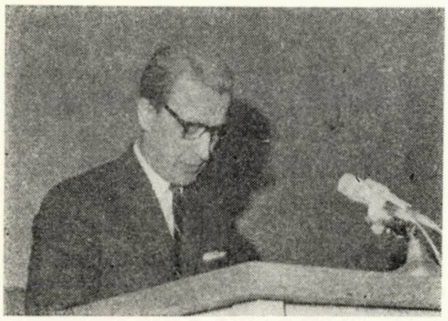
Fig. 35. — **Stație de întreținere tip pentru reparații grele și capitale**

dernă schimbă complet procesul tehnologic al calculelor inginerești.

Desigur că în dezvoltarea acestor trei factori principali care condiționează progresul în domeniul construcțiilor, proiectantul are un rol important. Proiectantul trebuie să sintetizeze prin concepția sa evoluția acestor factori, îmbinîndu-i în soluționări maxim avantajoase. O construcție bine proiectată reprezintă o sinteză a posibilităților tehnice existente în momentul proiectării.

Dar, în același timp, proiectantul, prin activitatea lui de studiu, de previziune trebuie să determine progresul în asimilarea de materiale superioare din punct de vedere economic, în dezvoltarea sistemelor de producere și punere în operă.

Închei arătînd că realizările de pînă acum, experiența dobîndită și dorința care animă colectivul nostru reprezintă o chezășie pentru îndeplinirea cu cinste a rolului care ne revine în viitor.



TIPIZAREA, PÎRGHIE ÎN ACTIVITATEA DE DIRECTIVARE PE LINIA INDUSTRIALIZĂRII CONSTRUCȚIILOR

Ing. DINU ELIADE
Șef sector tehnic în M. C. Ind.

În cuvîntarea ținută la 4 martie 1971 la Conferința Uniunii arhitecților, tovarășul Nicolae Ceaușescu a arătat că *„Înfăptuirea importantului program de construcții ce ni-l propunem în cadrul cincinalului actual, scurtarea duratei de execuție a lucrărilor și realizarea unor construcții eficiente, moderne, nu sînt posibile decît în condițiile asigurării unui grad sporit de industrializare a construcțiilor, utilizării largi a prefabricatelor și a metodelor industriale de execuție. Această cerință, ridicarea activității de construcții din țara noastră la nivelul tehnicii mondiale, nu se poate realiza fără asigurarea tipizării proiectării, fără utilizarea pe scară largă a proiectelor tip"*.

Volumul lucrărilor de construcții este în continuă creștere, într-un ritm care nu poate fi însă egalat de ritmul de calificare a muncitorilor care ar fi necesari pentru executarea lucrărilor cu metode tradiționale : în cincinalul actual urmează a se executa un volum de construcții cu 60% mai mare decît cel realizat în cincinalul precedent. Pe de altă parte, industria se dovedește a constitui un punct de atracție pentru un număr din ce în ce mai mare de muncitori.

În toate ramurile industriale, productivitatea muncii este într-o continuă creștere, ca rezultat al introducerii progresului tehnic și al perfecționării organizării. Se creează astfel condiții pentru sporirea salariilor reale.

Rezultă obligația de a mări productivitatea muncii în construcții-montaj cu ritmuri anuale cît mai apropiate de cele ale celorlalte ramuri industriale, și singura cale pentru atingerea acestui obiectiv o constituie continua sporire a gradului de industrializare a construcțiilor. Uneori poate să apară o temporară sau aparentă scumpire a unor categorii de lucrări. La scara economiei naționale însă, privită sub aspectul complex al tuturor influențelor atît prezente, cît și viitoare, *industrializarea construcțiilor nu duce și nici nu poate duce la o scumpire.*

Pentru a putea trece lucrul de la șantier la uzină, cu avantaje economice certe, este necesară o schimbare în concepția construcțiilor, în natura materialelor folosite, în caracteristicile elementelor de construcție de orice fel.

Procesul de construcție reclamă punerea în operă a unui volum de materiale care însumează aproape 60% din costul total al con-

strucțiilor. Dezvoltarea industrializării reclamă o evoluție continuă a producției unei game variate de materiale, cu caracteristici superioare, precum și producerea unei game foarte largi de elemente prefabricate.

Producția de serie, avantajele repetiției introduc în producția industrială posibilități de care nu se poate dispune în operațiile care se desfășoară pe șantier. Pe șantier, caracterul producției este în general variabil în timp. Repetarea este limitată. Acolo unde avem în adevăr o repetare se pot obține sporuri de productivitate spectaculoase.

Trecerea la industrializare, la producția de serie a elementelor de construcții, a fost în mare măsură accelerată de activitatea de modulare, de normalizare, de tipizare, iar directivele în construcții s-au sprijinit continuu pe aceste activități.

S-a pus problema de a stabili pînă unde poate merge tipizarea, fără a dăuna diversificării și fără a diminua calitățile clădirilor ca valoare de întrebuințare. Se constată că sistemul de coordonare dimensională permite să se reducă simțitor numărul de tipodimensiuni, fără a se limita excesiv posibilitatea de a realiza un număr suficient de variante de asamblare. Se creează astfel un nomenclator de elemente interșanjabile care permite organizarea unei producții de serie pe cale industrială.

Ca una din condițiile de bază ale asigurării unei producții de serie necesară industrializării, *tipizarea trebuie să satisfacă cerințele planurilor de dezvoltare a economiei naționale,* în general, și cele ale ramurii construcții-montaj, in special. In acest sens, tipizarea trebuie să se extindă la toate construcțiile sau elementele de construcție care au sau pot avea un caracter repetitiv, trebuie să imprime politica de reducere a consumului unor materiale și să promoveze, în schimb, folosirea unor materiale noi, eficiente, trebuie să asigure ușurința de fabricare a elementelor în condițiile unor serii de fabricație care să permită amortizarea utilajelor și a echipamentelor tehnologice, trebuie să permită trecerea unui volum maxim de manoperă de la șantier la fabrică, eliminînd necesitatea unor finisaje laborioase și permițînd o asamblare cît mai lesnicioasă a elementelor, în condiții de totală securitate a muncii și a comportării în exploatare.

Avînd în vedere rolul important pe care îl are tipizarea în mărirea gradului de industrializare a construcțiilor, conducerea de partid și de stat a trasat sarcini concrete, atît în ce privește *mărirea fondului de proiecte tip, cît și atingerea unui nivel ridicat de folosire a proiectelor tip în elaborarea proiectelor de investiții.* Măsurile luate ca urmare a acestor sarcini permit a se prelimina asigurarea, pînă la sfîrșitul anului 1971, a unui fond de 528 de proiecte tip pentru construcții industriale, față de 442 existente la 31 decembrie 1970, deci un spor de aproape 20%. De asemenea, încă din 1970 s-a atins un grad mediu de folosire a proiectelor tip de 30% la elaborarea proiectelor de execuție a investițiilor, ceea ce a constituit un spor simțitor față de nivelul de folosire raportat în 1969. Realizările preliminate pe 1971 permit să se aprecieze că în 1972 vor fi îndepliniți și chiar depășiți indicatorii stabiliți prin H.C.M. 547/1970 cu privire la gradul de utilizare a proiectelor tip (în medie 44%).

Trebuie să subliniez că activitatea de tipizare este axată pe extinderea diversificării, pe cuprinderea în măsură maximă, atît a clădirilor de producție sau de depozitare, cît și a celorlalte clădiri anexe sau a construcțiilor de orice fel din incintele industriale ale diferitelor ramuri de producție. Acțiunea de diversificare cuprinde diferitele trepte, de la elemente de construcție și pînă la obiecte întregi.

De asemenea, planul de tipizare cuprinde un număr însemnat de poziții care au ca obiect înlocuirea unor proiecte depășite cu altele care să ducă la soluții cu un grad sporit de industrializare cu eficiență mărită.

Tipizarea este unul din principalii piloni pe care se sprijină întreaga desfășurare a activității de industrializare și, este implicit și una din principalele căi pe care se spijină activitatea de directivare pe linia măririi gradului de industrializare. Astfel :

- Proiectele tip constituie calea cea mai frecvent folosită pentru *introducerea în construcții a noilor materiale și elemente de construcție,* a noilor sisteme constructive și procedee de execuție, a noilor metode de calcul etc. Extinderea folosirii structurilor prefabricate și a celor din beton precomprimat, folosirii oțelurilor superioare, a profilelor cu pereți subțiri formate la rece, a produselor pe bază de polimeri, a aluminiului, azbocimentului etc. se bazează în mare măsură pe activitatea de tipizare.
- Proiectele tip permit *asigurarea continuității tehnice,* absolut necesară pentru fundamentarea procesului de industrializare. Elaborarea proiectelor tip, ca urmare a cercetărilor științifice și a experimentărilor de prototipuri, pe șantiere sau în lucrări experimentale, permit obținerea unor documentații de un înalt nivel tehnic și economic, adevărate etaloane. De multe ori proiectele tip constituie chiar o completare, o continuare a unor prescripții tehnice, strict necesară pentru valorificarea cercetărilor și introducerea în practica lucrărilor de construcții a unor noi soluții tehnice.
- Folosirea proiectelor tip duce la *economii de forțe de proiectare,* care în acest fel pot fi folosite la o sporire a producției de proiectare. Pentru anul 1970 s-a estimat că, prin folosirea proiectelor tip, s-a economisit un potențial de proiectare echivalent cu 3 000 de proiectanți. Mai mult încă, activitatea de proiectare făcînd parte integrantă din procesul de construcții, și folosirea proiectelor tip permițînd

o reducere substanţială a duratei de proiectare, duce implicit la scurtarea termenelor de realizare a investiţiilor, cu toate avantajele economice ce decurg din aceasta.

● Activitatea de tipizare permite *polarizarea forţelor de creaţie* din diferite organe, în scopul obţinerii unor soluţii optime pentru progresul tehnic. Desfăşurîndu-se într-o permanentă colaborare cu activitatea de cercetare şi cu cea de producţie din fabrici şi de pe şantiere, păstrînd un contact continuu cu principalii beneficiari ai proiectelor tip, activitatea de tipizare constituie un prilej de a sintetiza, atît nevoile de a se alcătui proiectele tip necesare unor anumite domenii din diferite industrii, cît şi de a se găsi soluţiile cele mai judicioase pentru documentaţiile ce se elaborează şi de a se analiza modul în care soluţiile tipizate îşi îndeplinesc menirea.

De o deosebită importanţă pentru sprijinul activităţii de industrializare este accentul care se pune în ultimul timp în activitatea de tipizare pe *elaborarea de studii de sinteză şi studii tehnico-economice comparative,* care să fundamenteze orientarea viitoare a dezvoltării tehnice, precum :

— studii asupra posibilităţii de extindere a domeniului de folosire a halelor etajate la diferite ramuri industriale ;

— studii cu privire la stabilirea domeniilor de folosire a halelor oarbe ;

— studiu pentru determinarea soluţiilor optime de izolare termică a clădirilor industriale din punct de vedere economic (investiţie + exploatare) ;

— studiu pentru determinarea posibilităţilor de reducere a consumului de oţel în activitatea de construcţii ;

— studiu de sinteză privind tipizarea soluţiilor în perspectivă pentru construcţii specifice diferitelor ramuri industriale.

Importanţa fiecăruia din aceste studii este deosebită, atît pentru orientarea tipizării, cît şi pentru activitatea de directivare. Este necesar să putem *compara în permanenţă diferitele sisteme constructive industrializate,* să stabilim criteriile pe baza cărora să apreciem şi să selecţionăm pe cele mai eficiente, să creăm în acest mod condiţii pentru a se trece la concepere a unor noi structuri sau procedee tehnologice, să căutăm în permanenţă să privim în viitor. Şi în această privinţă considerăm că activitatea de tipizare este pe un făgaş bun.

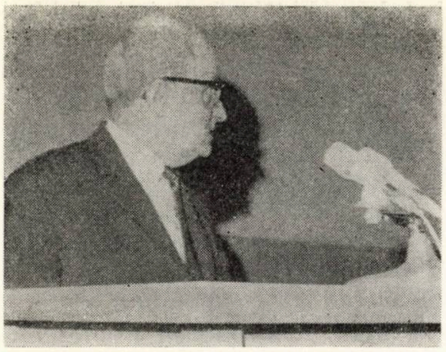
O problemă de care va trebui să se ocupe în mai mare măsură activitatea de tipizare este aceea a *duratei pentru care se concep construcţiile industriale.*

Utilajele tehnologice şi echipamentele industriale au, în general, un termen de uzură morală de maximum 10—15 ani, în timp ce construcţiile pe care le realizăm cu actualele materiale au o durată normală de folosire de peste 30 de ani. În acest mod este de luat în considerare, sau executarea de construcţii ieftine, cu o durată de folosire în acord cu cea a echipamentelor, sau rezervarea unor posibilităţi de acordare la nevoile echipamentelor noi (alegerea unui modul de bază mărit, executarea unor părţi demontabile etc.).

Pentru o mai bună încadrare în timp a activităţii de tipizare apare necesar a se stabili un *program de tipizare* pe termen lung, corelat, pe de o parte, cu cerinţele diferitelor ramuri industriale şi, pe de altă parte, cu programele de asimilare a unor noi materiale şi elemente de construcţie. Un astfel de program ar putea să precizeze din timp teme pentru activitatea de cercetare şi pentru cea de experimentări în fabrici sau pe şantiere.

Necesitatea de a se accelera introducerea prin tipizare a unor soluţii de tehnică nouă în alcătuirea construcţiilor sau în folosirea unor noi materiale, precum şi cerinţele rezultate din intensificarea relaţiilor internaţionale impun *a se prelua în mai mare măsură unele realizări valoroase din alte ţări,* după cum proiectele elaborate la noi pot să-şi găsească utilizare în cadrul unor cooperări cu parteneri străini.

În cei 15 ani de activitate, tipizarea construcţiilor industriale a ajuns la un grad de maturitate dovedit prin realizările obţinute şi care permit să se privească cu încredere viitorul. Obiectivele măreţe puse în faţa constructorilor de actualul plan cincinal cer un sprijin necondiţionat din partea tipizării şi din partea noastră a tuturor, sprijin pe care sîntem hotărîţi să-l dăm cu tot elanul.



Ing. MIRCEA LUPAN
Director adj. științific-INCERC

INTERDEPENDENȚA ÎNTRE CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI PROIECTAREA TIP ÎN PROCESUL DE DEZVOLTARE TEHNICĂ A CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

Pentru a realiza sarcinile imense și obiectivele grandioase ce-i stau în față, ramura construcțiilor din țara noastră a trecut în mod hotărît la aplicarea unei noi tehnici de construcție, constînd în folosirea unor noi materiale, soluții constructive și procedee industrializate de punere în operă, bazate pe tipizarea, prefabricarea și mecanizarea lucrărilor de construcție.

În esență, noua tehnică de construcție, reclamă studiul unei noi concepții de alcătuire a construcțiilor și — corelat cu aceasta — mijloace mecanizate pentru realizarea lor, care înlocuiesc construcțiile clasice, tradiționale și execuția lor meșteșugărească.

Aplicarea tehnicii înaintate în construcții, precizarea modului și a condițiilor eficiente de realizare a noilor soluții, în condițiile industrializării, au necesitat, pe lîngă mijloacele materiale de producție — uzine de prefabricate și mijloace mecanizate de transport și montaj — și înlocuirea vechii activități, mai simple, de proiectare directă a construcțiilor cu o nouă activitate, mai complexă, de studii, cercetări și proiectare, avînd drept scop atît fundamentarea soluțiilor adoptate în noua concepție de alcătuire a construcțiilor, cît și studierea metodelor de realizare practică a soluțiilor studiate. Această activitate s-a dezvoltat în paralel și în strînsă colaborare, atît în unitățile de proiectare și în special în cele de proiectare tip, cît și în unitățile de cercetare și chiar de producție.

În procesul de perfecționare și dezvoltare a construcțiilor pentru industrie — care reprezintă categoria de construcții cu cea mai mare pondere din totalul lucrărilor de construcții-montaj pe economia națională — cercetarea și proiectarea tip au avut o contribuție preponderentă la realizarea progresului tehnic și la atingerea nivelului actual al soluțiilor introduse în practică, care nu ar fi fost posibile fără conlucrarea strînsă dintre ele și dintre acestea amîndouă și producție — fabrici de prefabricate și șantiere — a căror contribuție nu este mai puțin importantă.

Această legătură și conlucrare între cercetare și proiectare s-a manifestat activ încă de la începutul procesului de industrializare — respectiv de introducere a prefabricării în țara noastră — înlesnind punerea la dispoziția proiectării și producției a datelor tehnice necesare, rezultate din cercetare, cu privire la : proprietățile și caracteristicile de calcul și control ale noilor materiale de construcții (în special betoane și oțeluri superioare), noi metode de calcul (calculul la stări limită), date cu privire la exigențele și condițiile funcționale și de utilizare ale unor elemente de construcții (izolare termică, fonică etc.), condiții și reguli tehnologice și noi procedee de confecționare și punere în operă a materialelor și elementelor și de realizare a construcțiilor în diferite condiții naturale sau de mediu ambiant (fundare în terenuri slabe, lucru pe timp friguros sau călduros, protecția contra mediilor agresive, măsuri antiseismice, îmbinarea elementelor de construcții etc.).

Pe de altă parte, proiectarea și în special proiectarea-tip, pentru a-și realiza sarcinile de tipizare, mai ales elaborarea cataloagelor de elemente-tip, a formulat o serie de cereri către cercetare, solicitînd în special verificarea experimentală a soluțiilor de proiectare pentru elementele de mare serie. Aceste cereri au devenit astfel teme și obiective de cercetare pentru INCERC. La rîndul lor, rezultatele experimentărilor sînt valorificate la definivarea proiectelor tip și la atestarea elementelor respective, înainte de introducerea lor în producție.

De asemenea, atît cercetarea, cît și proiectarea-tip, furnizează datele necesare și, împreună, acordă asistență tehnică la proiectarea și realizarea liniilor tehnologice de confecționare a elementelor prefabricate, la realizarea primelor elemente și a construcțiilor respective, urmărind comportarea în producție și exploatare a soluțiilor în vederea îmbunătățirii lor.

În fig. 1 se arată schema legăturilor între cercetare, proiectare-tip și producție.

Pentru a exemplifica această legătură strînsă și interdependența între cercetarea științifică și producția-tip, care s-a statornicit în principal între INCERC și IPC — cu bune rezultate — se prezintă mai jos, cîteva aspecte din istoricul prefabricării halelor industriale din țara noastră.

Primele elemente prefabricate pentru hale industriale, apărute în primii ani ai deceniului al șaselea au fost din beton armat și au avut un domeniu restrîns de aplicare : plăci și pane de acoperiș, cîteva tipuri de grinzi, arce și apoi stîlpi, care au fost aplicate în practică prin contribuția comună a proiectării, cercetării și producției.

Servituțile specifice betonului armat obișnuit (secțiuni relativ mari, fisuri în exploatare etc.) au limitat dezvoltarea prefabricării, astfel că încă din anul 1955 a apărut evident faptul că ieșirea din impas este condiționată de introducerea tehnicii noi a precomprimării, care începuse și se dezvolta intens în alte țări după cel de-al doilea război mondial.

Dar dezvoltarea betonului precomprimat este în măsură mai redusă o problemă de proiectare propriu-zisă, fiind în primul rînd condiționată de alți parametri, și anume : de natura armăturii pretensionate utilizate, de metoda de precomprimare avută la dispoziție și de realizarea unor betoane de mărci superioare.

Rezolvarea acestor probleme a necesitat, pe lîngă studiul soluțiilor constructive ale structurii și elementelor componente, și ample studii și cercetări pentru stabilirea caracteristicilor și asimilarea în producție a noilor oțeluri de înaltă rezistență pentru beton precomprimat, determinarea proprietăților reologice ale betoanelor de rezistență ridicată, precum și rețetele de confecționare și procedeele de punere în operă (inclusiv formarea-compactarea și accelerarea întăririi), dar mai ales studii și cercetări pentru elaborarea și punerea la punct a procedeelor de pretensionare și a utilajelor aferente, adică întreaga tehnică de precomprimare.

Asupra acestor probleme și-a concentrat INCERC forțele sale, aducînd o contribuție preponderentă la rezolvarea lor.

Într-o primă etapă trebuia depășită faza preturnării elementelor principale de acoperiș : ferme și grinzi de 12—18 m deschidere. Lipsa mijloacelor de ridicare în fabrică și a mijloacelor de transport de mare capacitate pe șantiere impunea soluția realizării acestor elemente din panouri de greutate și dimensiuni relativ reduse, care să fie asamblate apoi pe șantier, chiar la locul de montaj, prin precomprimare.

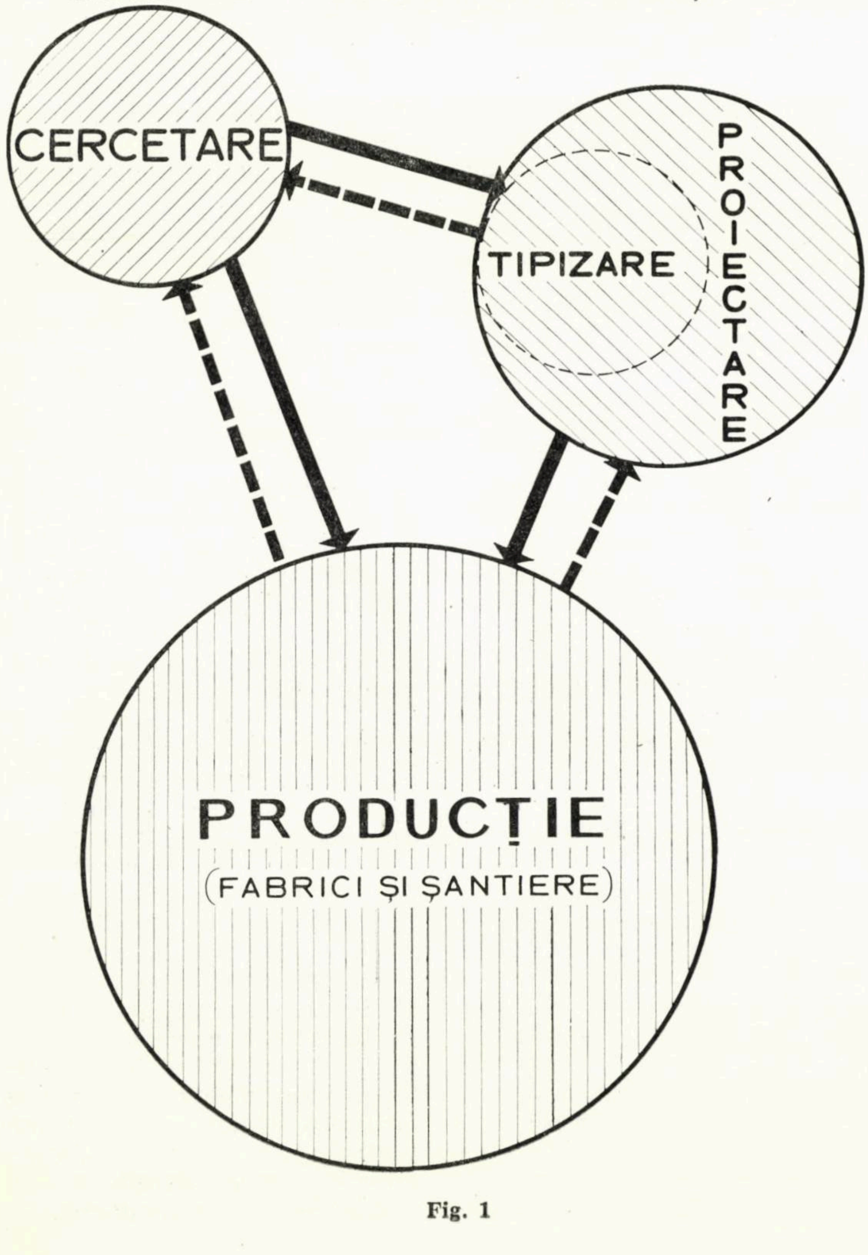


Fig. 1

Se obține astfel, de fapt, un compromis între prefabricarea uzinală integrală și preturnare, care corespundeau cel mai bine condițiilor și posibilităților existente în sectorul construcțiilor către sfîrșitul deceniului al șaselea și începutul perioadei anilor 60. Asemenea soluții au fost inițiate pe scară limitată de către IPEC-Brașov, încă din anii 1952—1955, dar ele nu s-au putut generaliza deoarece procedeul de precomprimare utilizat, cu ancoraje din pahare betonate, era greoi, obligînd la operația umedă de turnare a unui ancoraj, după asamblare, sau la prevederea de fascicule exterioare, cu toate implicațiile negative pentru durabilitatea construcției.

Pentru a rezolva problema precomprimării în acel stadiu, INCERC s-a orientat în primul rînd asupra asimilării unui procedeu de precomprimare adecvat pentru asamblare de panouri prefabricate. Pornind de la introducerea în producție de către ISCT, în colaborare strînsă cu INCERC, a sîrmei SBP Ø 5 mm, s-a asimilat procedeul STUP cu fascicule 12 Ø 5 mm, adaptîndu-l posibilităților de realizare în țară, prin introducerea ancorajelor metalice tip inel-con.

Ca urmare, s-au putut realiza elemente de mare deschidere din panouri prefabricate, juxtapuse, cu rosturi de mortar matate de 2—3 cm grosime și apoi asamblate prin pretensionarea fasciculelor anfilate în canalele lăsate de la turnare în tălpile inferioare.

După cîteva aplicări cu caracter de unicat, pe baza asistenței tehnice a INCERC, s-a trecut la asimilarea grinzilor arc de 12—18 m deschidere (pentru travee de 6 m), asamblate din panouri prefabricate executate centralizat în fabrici, elaborate în cadrul unui catalog integral de către IPCT. S-a efectuat un program complex de cercetări experimentale, cuprinzînd încercări duse pînă la rupere pe elemente izolate și pe elemente cuplate cu îmbinare pe reazemul central. Urmărind cu atenție și comportarea elementelor și a panourilor în timpul transportului și al montajului, precum și pe baza analizei unor încercări la încărcări disimetrice, INCERC a ajuns — în colaborare cu IPC — la concluzia îmbunătățirii catalogului, înlocuind structura în Vierendeel a grinzilor arc cu structura cu zăbrele arc, mai adaptabilă și mai puțin sensibilă. Ca elemente secundare de acoperiș, cataloagele IPCT cuprindeau două categorii de elemente verificate experimental de INCERC : pane de 6 m deschidere + plăci de 3 m de beton armat sau beton celular și chesoane de 6 m, rezemate direct pe ferme.

Această primă generație de soluții s-a generalizat rapid, marcînd momentul primului salt calitativ în domeniul introducerii prefabricării la acoperișurile halelor industriale.

În același timp au reieșit limitele acestei soluții, care se aplică cu mari dificultăți în zone de seismicitate ridicată și care nu permite programe de încărcare la talpa inferioară (tavan, transport suspendat, conveiere etc.).

În consecință, IPCT a propus o nouă seriere de ferme asamblate din panouri prefabricate cu talpa superioară în două pante și cu talpa inferioară frîntă. Această soluție rezolvă legătura antiseismică prin posibilitatea prevederii unor bare suplimentare, care să creeze efecte de cadru în nodul de rezemare pe stîlp, permite amenajarea unui pod tehnic și dispunerea transportului suspendat.

Solicitările mai importante din tălpile întinse ale acestor elemente nu mai puteau fi preluate în mod convenabil prin fascicule de 12 Ø 5 mm. De aceea, rezolvarea asamblării panourilor a fost condiționată de adaptarea corespunzătoare a procedeului de precomprimare INCERC-100 cu fascicule postîntinse de 26—48 Ø 5 mm.

Încercările necesare pentru omologarea noului catalog de ferme au avut o amploare cu totul deosebită. S-a experimentat un ansamblu de două ferme de 18 m deschidere cu continuitate pe reazemul central, ceea ce reprezintă, la o lungime totală de 36 m, cea mai importantă piesă încercată pînă în prezent în domeniul construcțiilor industriale. S-au încercat, de asemenea, un ansamblu de două ferme-jug de 12 m deschidere cu continuitate pe reazemul central și o fermă de 24 m. Elementele secundare de acoperiș au rămas aceleași.

Încă din timpul omologării acestor ferme s-a conturat însă necesitatea trecerii la a doua generație de soluții din beton precomprimat cu armătură preîntinsă, cu prefabricare integrală la fabrică și deci eliminarea asamblării pe șantier, care consuma o mare cantitate de manoperă și prezenta mari dificultăți, în special la lucrul pe timp friguros. În afara condițiilor obiective — sporirea la 12,5 tf a capacității podurilor rulante în fabricile de prefabricate și adaptarea unor mijloace noi pentru transportul elementelor de mare lungime — introducerea noilor soluții s-a bazat pe întreaga activitate de cercetare a INCERC pentru asimilarea în producție la ISCT a toroanelor 7 Ø și a precizării condițiilor de utilizare a acestora ca armătură preîntinsă. Un rol hotărîtor l-a avut experimentarea, în paralel în 1965-66, a trei grinzi de cîte 12 m deschidere cu aceleași caracteristici, dar cu armături preîntinse de tip diferit — sîrme sigma, toroane 7 Ø 3 mm și toroane 7 Ø 4 mm. Această cercetare importantă a deschis drum larg soluțiilor din beton precomprimat cu armătură preîntinsă, care reprezintă adevărata cale de industrializare a betonului precomprimat.

Mai întîi, s-au asimilat, prin încercări experimentale, elementele T de 18 m deschidere elaborate de IPIMPC în colaborare cu I. P. *Progresul* și elementele TT — în colaborare cu IPMC-Constanța.

Programul de bază al cercetărilor experimentale a fost însă cel legat de omologarea

catalogului de grinzi în două pante elaborat de IPCT. Încercările au cuprins un diapazon larg de variante constructive : prototipuri executate la INCERC, elemente din producția curentă a I. P. *Progresul*, precum și unele piese executate pe șantiere. În consecință, cercetarea cuprinzînd 13 elemente de 18 m deschidere a permis și precizarea unor aspecte legate de sensibilitatea soluțiilor la diferite variații posibile ale calității materialelor folosite, care nu pot fi de regulă elucidate în încercările de laborator cu caracter de unicat.

În urma cercetărilor INCERC, s-au putut introduce o serie de îmbunătățiri ale soluției inițiale, printr-o distribuție mai rațională a armăturii preîntinse și renunțarea la îngroșările inimii la capetele grinzilor.

Trebuie scoase în evidență și încercările pe prototipuri de grinzi cu două pante de 24 m la care s-a aplicat și varianta de armare cu toroane 7 Ø 5 mm, armătura de viitor pentru elemente de mare deschidere.

Un nou salt calitativ îl aduce însă a treia generație de soluții din beton precomprimat cu armătură preîntinsă — elementele de suprafață cu extrados curb (TT și cheson) de 1,5 pînă la 3,0 m lățime și 12 la 24 m deschidere, pentru care programul de experimentare al întregii game de deschideri și variante este în faza finală, elementele fiind deja introduse în producție. Încercările destul de ample, efectuate cu concursul fabricilor din cadrul CIPB, DGPI și al IPMC-Constanța, au avut un rol hotărîtor în definitivarea soluțiilor constructive. Într-adevăr, aceste elemente cu caracteristici excepționale și indici la nivelul celor mai bune performanțe mondiale prezintă un mod de comportare a zonelor de capăt, care nu poate fi prins în mod corespunzător numai prin aplicarea mecanică a prevederilor din normele de calcul în vigoare. Recomandările INCERC cu privire la armarea suplimentară a acestor zone au permis trecerea la producția de masă a elementelor de suprafață, ceea ce a dus, între altele, la extinderea prefabricatelor de beton precomprimat în domeniul rezervat pînă nu demult numai soluțiilor metalice, și anume domeniul halelor din industria construcțiilor de mașini.

În total s-au experimentat 12 prototipuri diferite de 12 m deschidere și cinci prototipuri de 18 m deschidere. De asemenea, s-a participat la peste 20 de încercări de elemente din producția curentă și s-a urmărit precizarea condițiilor calitative minimale a căror realizare să fie obligatorie pentru producători.

În prezent se continuă cercetarea pentru perfecționarea soluțiilor zonelor de capăt ale elementelor, existînd premise de a se renunța în viitor la armătura constructivă a acestor zone prin dispunerea unor dispozitive corespunzătoare de ancorare pe armăturile preîntinse din toroane de la capetele elementului, ceea ce va simplifica mult execuția și va îmbunătăți comportarea.

Concomitent cu experimentarea și punerea la punct a noilor soluții de elemente din beton precomprimat cu armătură preîntinsă pentru hale industriale, s-a perfecționat și dezvoltat procedeul de precomprimare cu toroane prin conceperea și asimilarea în producție a unor utilaje și instalații originale de pretensionare individuală avînd performanțe ridicate, competitive pe plan mondial, ceea ce a evitat astfel importul unor instalații.

Pe lîngă rezolvarea problemelor grele și importante ale elementelor prefabricate din beton precomprimat pentru structura de rezistență a halelor industriale, în care interdependența colaborării între INCERC și IPC s-a dezvoltat în bune condiții și s-a concretizat în mod eficient în realizările obținute, și cu concursul foarte important al producției industriale și al șantierelor de construcții-montaj, această activitate a cuprins și alte elemente, ca pereți de hale industriale etc., și a început să fie dezvoltată și extinsă la noi și numeroase categorii de clădiri : hale etajate, structuri metalice din profile cu pereți subțiri (în colaborare cu IPROMET), construcții agrozootehnice (ISPA), fără a mai aminti de alte domenii : locuințe, social-culturale, inginerești ș. a.

Dezvoltarea în viitor a volumului de construcții-montaj, și în special a celui din domeniul construcțiilor industriale, implică extinderea gradului de industrializare-prefabricare, atît în ce privește creșterea ponderii prefabricatelor la o aceeași construcție, mergînd pînă la prefabricarea integrală a structurii, cît și în ce privește aplicarea prefabricării la marea majoritate a obiectelor și lucrărilor ce se execută pe șantiere (inclusiv cele subterane și aeriene), sau a executării celor ce nu se pot prefabrica, prin alte procedee industriale mecanizate.

Desigur că această extindere a industrializării și, în special, a prefabricării atrage la rîndul ei o intensificare a activității de cercetare-proiectare-producție și a legăturilor dintre ele pentru perfecționarea soluțiilor și pentru rezolvarea eficientă a tuturor problemelor de alcătuire constructivă și de tehnologie de realizare a acestor lucrări.

Obiectul acestor probleme și preocupări este foarte extins, îmbrăcînd multe aspecte, printre care cele mai importante ar fi perfecționarea tipurilor de elemente prefabricate sub aspectul concepției de alcătuire, astfel ca printr-un compromis între tendința justă de realizare de serii mari în producție industrială și necesitatea de satisfacere a unor exigențe funcționale cît mai variate, să se obțină elemente uzinate cu performanțe ridicate, interșanjabile, cu domenii cît mai universale de utilizare pentru diverse categorii de structuri și construcții, care să prezinte, pe lîngă avantajele cunoscute ale economiei de manoperă și ale scurtării duratei de execuție a construcțiilor, și pe acela

al reducerii prețului construcțiilor. Acest obiectiv trebuie atins acționînd concomitent, atît prin punerea la punct a unor procedee de producție industriale, dar universale și flexibile, care să permită fabricarea unei game largi de elemente de construcții, corespunzînd unor diverse exigențe funcționale (tehnologie de grup, procese de fabricație continuă, automatizare etc.), cît și prin alegerea și stabilirea, pe bază de exigențe funcționale bine studiate și unificate, a unui număr restrîns de elemente, care să corespundă condițiilor fabricării în serie, dar care, putînd intra în combinații diverse, să poată satisface cît mai multe exigențe funcționale ale diferitelor categorii de construcții. Legată de problema perfecționării tipurilor de elemente prefabricate sub aspectele arătate, se pune în continuare o serie de alte probleme ca : ușurarea construcțiilor prin reducerea greutății unitare a elementelor, folosind noi materiale, mai eficiente și mai ușoare ; perfecționarea, unificarea și tipizarea îmbinărilor și rosturilor pentru a permite interșanjabilitatea elementelor și destinații diferite, în același timp cu sporirea gradului de echipare și finisare a elementelor, astfel ca să se excludă cît mai multă manoperă și lucrări umede pe șantiere etc., toate acestea însoțite de tehnica și tehnologia corespunzătoare de realizare.

Pentru a face față cu succes acestor cerințe este necesar ca activitățile de cercetare-proiectare și producție să fie privite — sub aspectul relațiilor între ele — dintr-un alt unghi, care să pună în valoare și să țină seama de caracteristicile și posibilitățile interacțiunii dintre *știință* și *tehnologie,* care se desfășoară azi în ritm uluitor — sub ochii noștri — în toate domeniile.

În contextul acestei interacțiuni *știință-tehnologie,* pentru a realiza legătura mai strînsă și efecte aplicative maxime ale cercetării științifice — care condiționează progresul — a apărut în toate ramurile o nouă activitate, de graniță, între cercetare-proiectare și producție, cunoscută sub numele de *activitatea de dezvoltare* (development - развитие - développement - Entwicklung), care asigură, pe lîngă o legătură strînsă a celor trei activități, și valorificarea maximă și rapidă în practică a rezultatelor cercetării. Această activitate cuprinde în esență : experimentarea noilor soluții concepute, verificarea lor și punerea lor la punct pe această bază, sub aspect constructiv și tehnologic (*know-how*), inclusiv omologarea (atestarea) lor, stabilirea condițiilor de aplicare și detalierea (furnizarea) întregii documentații tehnice de realizare (*engineering*), precum și pregătirea trecerii la aplicarea în producție, prin realizarea de investiții, dotare etc.

După cum se vede în schema-grafic alăturată (fig. 2), activitatea de dezvoltare cuprinde atît părți importante din cele trei activități limitrofe care concură la aceasta, și anume : cercetările de dezvoltare, tipizarea și producția experimentală din fabrici și de pe șantiere, dar și o activitate proprie suplimentară, care pînă în prezent nu era dezvoltată, și în sistemul tradițional de construcție nici nu era necesară sau cunoscută. Acest lucru este explicabil deoarece soluțiile tradiționale, aplicate de zeci de ani cu bune rezultate și verificate în practică, nu mai necesită o altă verificare experimentală, în timp ce noile soluții constructive și tehnologice, impuse de rapidul progres tehnic al zilelor noastre, necesită — pentru a putea fi extinse pe scară largă — o verificare experimentală, de modelare accelerată, concludentă pentru punerea la punct și definitivarea acestor soluții, verificare ce nu poate fi efectuată decît prin măsuri corespunzătoare, în cadrul așa-zisei activități de dezvoltare.

Cu cît se înaintează mai mult pe drumul industrializării, această activitate de dezvoltare devine mai indispensabilă și mai largă, condiționînd în mod direct și categoric progresul tehnic în industria de construcții. Această activitate poate îmbrăca variate forme de organizare : prin prelungiri, completări sau dezvoltări de activități anexe la unitățile existente din cele trei sectoare de bază limitrofe (cercetare-proiectare-producție), prin comasări de activități și unități etc. concretizate sub diverse forme și în diferite unități ca : institute de cercetări dispunînd de subunități de proiectare și producție pilot sau experimentale ; institute mixte de cercetare-proiectare ; întreprinderi experimentale și de dezvoltare, dispunînd de laboratoare de cercetări proprii și de subuni-

SCHEMA PROCESULUI INTEGRAT DE CERCETARE-DEZVOLTARE-VALORIFICARE

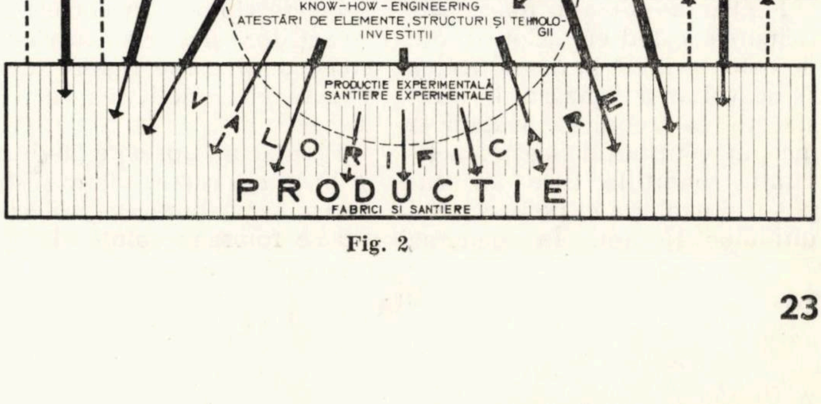


Fig. 2

tăți de proiectare ; unități de producție și execuție, avînd sectoare de dezvoltare care se ocupă cu pregătirea și punerea la punct a noilor soluții care urmează a intra în producția viitoare de serie etc.

După cum se vede, posibilitățile sînt multiple, și acesta este un lucru bun, deoarece organizarea trebuie să fie mai flexibilă, lăsînd drum liber inițiativei, fără a o încorseta în forme strîmte, impuse, urmînd ca experiența aplicării să confirme care sînt căile cele mai eficiente. Ceea ce este important de reținut este faptul că în toate cazurile, oricare ar fi forma de organizare, este necesară o *integrare a procesului de cercetare-dezvoltare-valorificare,* pentru a asigura maximum de eficiență și de viteză aplicării în practică a rezultatelor cercetării.

O dovadă vie și o confirmare a eficienței rezultatelor acestei activități integrate o constituie introducerea și extinderea în țara noastră a sistemelor și procedeelor de precomprimare, pentru care întreaga cercetare, proiectare, experimentare, punere la punct și asimilare în producție a tehnicii și utilajelor necesare s-a făcut în cadrul INCERC și al bazei sale de ateliere pentru deservirea cercetărilor, permițînd în scurt timp obținerea unor realizări aplicate în producție, care se situează la nivelul performanțelor mondiale.

Această experiență pozitivă trebuie dezvoltată și extinsă, iar procesul integrat de cercetare-dezvoltare-verificare trebuie avut în vedere pe primul plan atunci cînd se studiază și se planifică dezvoltarea tehnicii și progresul tehnic în industria de construcții.

Organizarea nouă a producției de construcții prin trecerea la unități complexe cu statut de centrală — similare celor din industrie — oferă o bună ocazie pentru punerea în practică și pentru asigurarea desfășurării corespunzătoare a *activității de dezvoltare,* sub diferite forme, verigă absolut necesară, care lipsește — în mod practic — în momentul de față și fără de care nu e posibil progresul rapid în construcții.

În organizarea acestei activități de dezvoltare, trebuie adoptată o strategie dinamică și suplă, care, pe lîngă integrarea menționată, trebuie să țină seama de tendința crescîndă de a gîndi, de a acționa și de a produce în colectiv, pe calea unei complexități crescînde a cerințelor și posibilităților.

Totodată trebuie menționat faptul că mai trebuie asigurate și condiții obiective de aplicare a acestei strategii în activitatea de dezvoltare, atît în ce privește finanțarea corespunzătoare prin crearea fondului de tehnică nouă, care în momentul de față nu există în construcții, punînd această importantă ramură a economiei într-o situație de inferioritate cu totul nejustificată față de industrie, precum și în ce privește o cointeresare adecvată a tuturor factorilor din cercetare-proiectare și producție care trebuie să contribuie la dezvoltarea progresului tehnic în construcții.

PARTICIPAREA CATEDREI CONSTRUCȚII DE BETON ARMAT LA INTRODUCEREA ȘI DEZVOLTAREA TIPIZĂRII ÎN CONSTRUCȚII

Prof. ing. GHEORGHE CĂLIN
Șeful catedrei „Construcții de beton armat“ din Institutul de construcții București

Pentru a putea urmări participarea catedrei „Construcții de beton armat“ la introducerea și dezvoltarea tipizării în construcții va trebui să arătăm la început conținutul acestei activități, condițiile care au impus-o și evoluția ei pe parcursul ultimilor 15 ani. În general, *proiecte tip* sînt proiectele construcțiilor sau elementelor de construcții ce se repetă identic o dată cu funcțiunea ce o deservesc.

Pînă acum aproape 20 de ani, și în unele cazuri chiar și după aceea, la elaborarea proiectelor tip se foloseau soluții din proiectarea curentă, verificate și îmbunătățite în practică. De multe ori, proiectele sau părțile de proiect elaborate pentru construcții unicat devin „proiecte tip“ după repetate folosiri, îmbunătățite prin aplicarea lor în exploatare.

Aceste proiecte tip servesc la reducerea timpului de proiectare și la aplicarea și generalizarea soluțiilor raționale, confirmate în exploatare.

Repetarea aplicării lor se impune numai datorită caracteristicilor lor tehnice și economice deosebite și nu necesită modificarea proceselor tehnologice de execuție care, în general, rămîn aceleași ca și pentru construcția unicat. De asemenea, în afară de eventualele îmbunătățiri ale proiectului prin verificări în exploatare, la proiectare nu intervin condiții noi impuse construcției și nici relații noi datorită repetării proiectului.

Aplicarea la un număr mare de construcții a proiectelor tip poate duce la o specializare a execuției și, în unele cazuri, chiar la folosirea unor procese tehnologice mecanizate, dar care nu schimbă cu nimic parametrii tehnici ai proiectării.

În cazul în care frecvența aplicării unui proiect este mare, costul, consumul de materiale, consumul de manoperă și durata de execuție a unui element sau a unui ansamblu de elemente se pot reduce prin folosirea proceselor tehnologice de execuție mecanizate.

Oricare ar fi gradul de mecanizare a proceselor tehnologice de execuție, ele impun, după utilajul folosit, anumite condiții formei și dimensiunilor elementului și, în general, duc la fracționarea construcției în elemente ce trebuie legate apoi într-un ansamblu, a cărui comportare sub acțiunea diferitelor cauze este mult diferită de a unor ansambluri monolite.

Aceste condiții tehnice și economice noi, impuse de modul în care se execută construcția, au influențe asupra modului de alcătuire a construcției și a dimensiunilor ei, ca și a materialelor din care este realizată.

De asemenea, trebuie menționat că elementele, confecționate în aceleași condiții, fiind identice, după asamblare duc la construcții identice sau asemenea și proiectele lor și ale construcțiilor pot fi considerate ca „proiecte tip“. Proiectul nu este însă proiectul unei construcții care se repetă ; el este proiectul tuturor construcțiilor care se pot confecționa rentabil cu procesul tehnologic adoptat, el este proiectul întregii producții a liniei tehnologice. Așa că la proiectarea construcțiilor executate mecanizat, tipizarea este o rezultantă a repetării unor elemente identice executate în serie.

Astfel de aspecte apar cînd trebuie să construim industrializat și duc la importante schimbări în procesele de execuție și în parametrii proiectării.

În cele ce urmează vom căuta să arătăm principalele etape ce au trebuit parcurse pentru introducerea și dezvoltarea industrializării construcțiilor la noi în țară și respectiv ce influențe au avut asupra proiectării tip.

Dacă pînă acum aproape 20 de ani, execuția cu sistemele tradiționale ale sectorului de construcții satisfăcea ritmul de dezvoltare a volumului de investiții, după această dată volumul de investiții și respectiv volumul de construcții a crescut continuu și foarte mult. Realizarea în termen a lucrărilor nu a mai putut fi asigurată cu vechile metode de execuție și a fost introdusă și dezvoltată, pe o scară cît mai largă, industrializarea execuției construcțiilor, a elementelor de construcție, a instalațiilor etc.

Importantele schimbări ce au trebuit aduse proceselor tehnologice și respectiv modului de alcătuire a construcției au fost precizate pe baza unei largi documentări, adaptată condițiilor de la noi din țară. Studiile și cercetările necesare s-au elaborat la proiectare, execuție și cercetare. La proiectare, pentru că aici se precizează alcătuirea construcției, materialele și dimensiunile elementelor ei și ale ansamblului, ca o consecință directă a condițiilor ce se impun construcției de funcțiunea căreia îi este destinată, de caracteristicile amplasamentului, de materialele ce pot fi folosite, de procesele tehnologice de execuție, ca și de minimul cheltuielilor de investiție, întreținere și exploatare.

La cercetare, pentru că aici se stabilesc relațiile între caracteristicile materialelor și dimensiunile elementelor sau ansamblului lor pentru condițiile ce trebuie să le îndeplinească construcția. Ele descriu modul de comportare a elementului sau construcției sub influența diferitelor acțiuni și sînt folosite în proiectare.

Pentru orice condiție nouă impusă construcției, trebuie elaborate studii, încercări și experimentări, iar rezultatele lor vor forma noi legi ale proiectării.

După gradul lor de mecanizare, procesele tehnologice industrializate impun noi condiții construcției și modifică mai multe din valorile și mărimile de proiectare. Astfel, ele influențează asupra formei și dimensiunilor elementelor, continuității și monolitismului ansamblului lor, calității materialelor, abaterilor dimensionale, sistemului de armare, operațiilor de montare pe șantier, ca și asupra consumurilor de materiale, cantității și calității manoperei folosite, duratei de execuție și productivității muncii.

Toate aceste condiții noi au schimbat modul de alcătuire și concepție a structurilor.

Proiectarea își schimbă parametrii, nu mai pot fi aplicați cei folosiți pentru construcțiile executate cu mijloace tradiționale.

După cum am arătat, proiectul elaborat se referă la toată seria de produse identice. El nu impune repetarea prin calitate, ci este impus de numărul mare de produse repetate și de aceea cu atît mai mult trebuie urmărită în mod deosebit calitatea lui.

Calitatea unui proiect sporește cu atît mai mult cu cît relațiile de proiectare corespund comportării reale a construcției, și pe baza soluției raționale se poate asigura în mod uniform structurii și fiecărui element în parte gradul de asigurare cerut de exploatare.

Aceste aspecte au necesitat restudierea relațiilor de proiectare și revizuirea prescripțiilor,

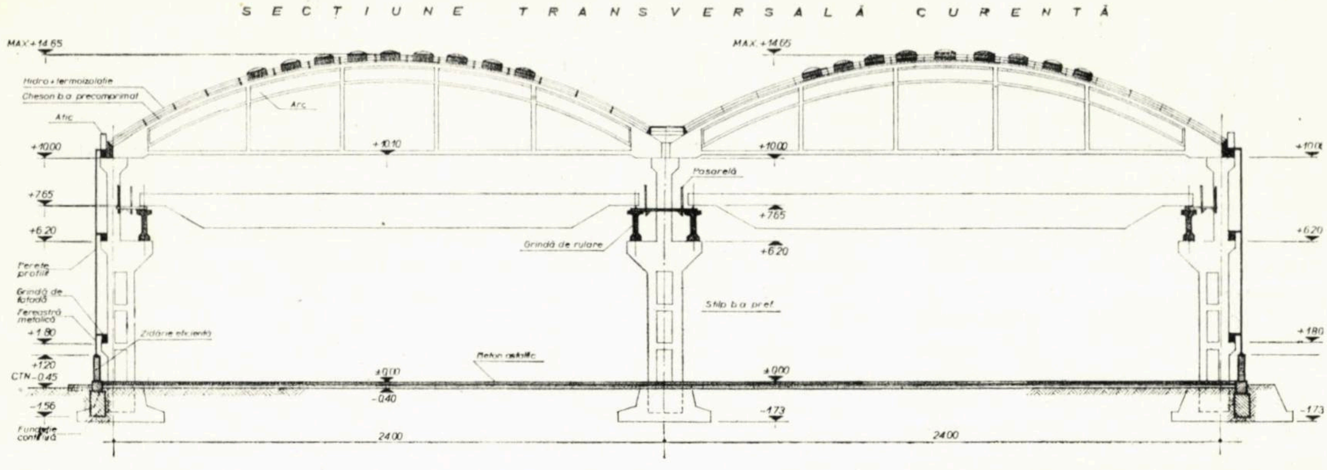
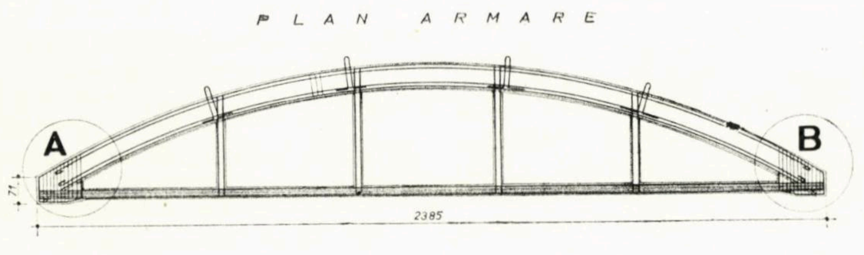
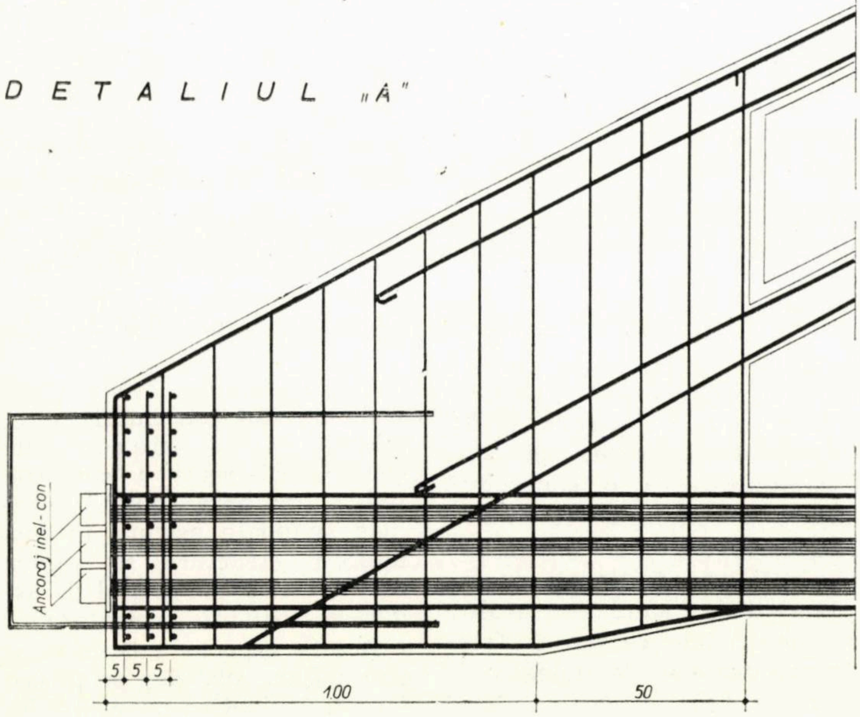


Fig. 1 — Hală pentru montaj. Deschideri : 2 × 24 m ; travee : 12 m. Arce cu tirant. Acoperiş cu chesoane curbe de 12 m. a — secţiune transversală ; b — detalii de armare a arcului



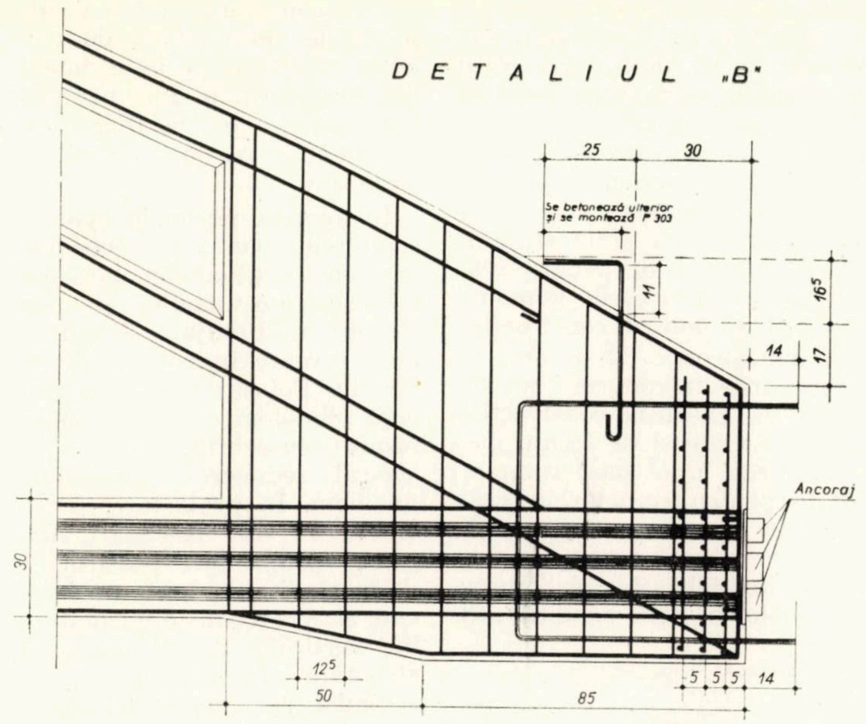


chiar în principiile lor — în conceptul lor de siguranţă — cu precizarea prevederilor pe baza comportării reale a elementelor.

Un alt aspect al proiectării construcţiilor executate industrializat este şi acela că înainte de a se executa în serie şi a se da în exploatare trebuie cunoscute consecinţele condiţiilor noi în care se face proiectarea şi în care se realizează construcţia asupra comportării ei şi restricţiile ce i se impun. De aceea, elaborarea acestor proiecte trebuie precedată de cercetări şi experimentări, iar înainte de aplicarea lor în producţie trebuie verificate pe prototipuri. Această fază permite proiectantului să-şi îmbunătăţească proiectul, cunoscînd prin încercări comportarea elementelor proiectate în fazele de exploatare şi la limita capacităţii lor.

De asemenea, cînd se introduc materiale noi sau procedee noi de mecanizare a proceselor tehnologice, proiectarea va fi întotdeauna însoţită de cercetări şi experimentări.

În plus, condiţiile noi impuse în proiectare de industrializarea execuţiei construcţiilor diferă şi evoluează continuu, o dată cu procesele tehnologice adoptate. Variantele acestora (industrializarea execuţiei în fabrici sau la turnarea betonu-

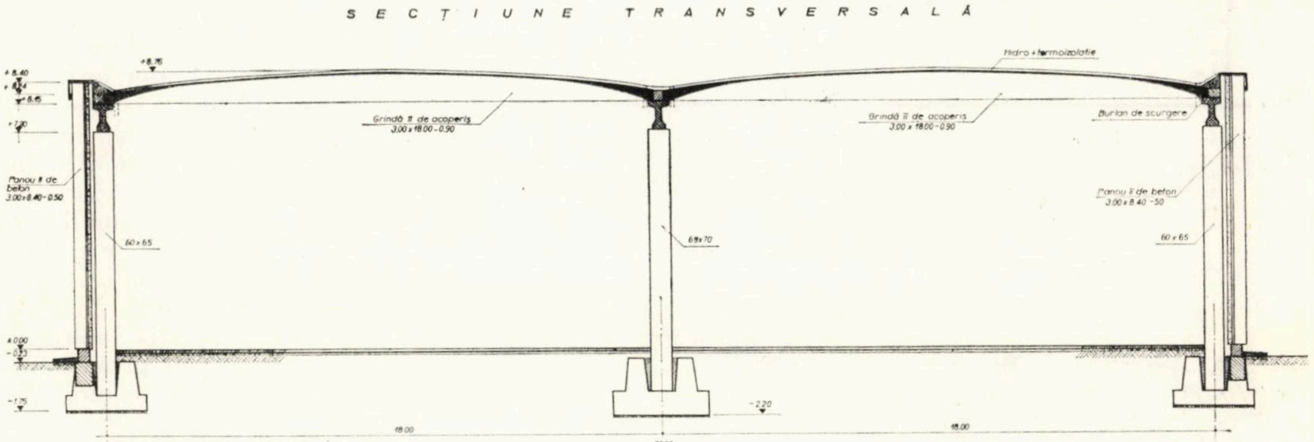


lui în construcţii monolit), ca şi ale mecanizării lor, aduc mereu alte aspecte în alcătuirea şi dimensionarea construcţiei, aspecte ce trebuie studiate pentru a putea da elemente de decizie în proiectare.

Datorită influenţei reciproce a execuţiei şi proiectării, industrializarea execuţiei construcţiilor nu se poate face decît treptat şi cu o temeinică pregătire în acest domeniu a cadrelor tehnice din toate sectoarele ramurii de construcţii.

Evoluţia industrializării execuţiei adaugă procesului de proiectare un complex de studii, cercetare, experimentare şi verificare a construcţiilor şi alcătuirilor constructive adoptate, în paralel cu studiile, cercetările şi proiectarea proceselor tehnologice de execuţie. Acest proces complex stă la baza activităţii de tipizare în construcţii.

Complexitatea şi diversitatea problemelor tehnice ce trebuie studiate, corelat cu cele economice, în acest ansamblu de in-



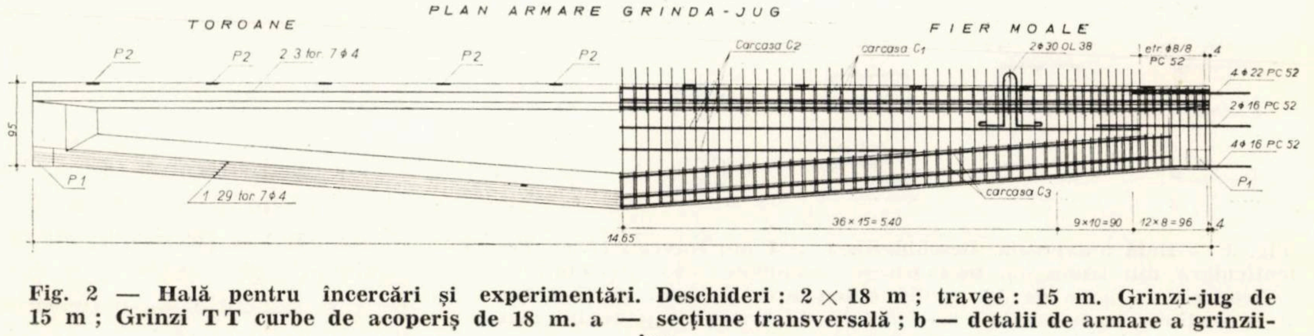


Fig. 2 — **Hală pentru încercări şi experimentări. Deschideri : 2 × 18 m ; travee : 15 m. Grinzi-jug de 15 m ; Grinzi T T curbe de acoperiş de 18 m. a — secţiune transversală ; b — detalii de armare a grinzii-jug**

troducere a sporirii gradului de industrializare a execuției construcțiilor, duce la angrenarea în rezolvarea lor a organizațiilor de cercetare, proiectare și execuție, a cadrelor didactice din învățămînt și a oamenilor de știință.

În această acțiune nouă a proiectării catedra „Construcții de beton armat", ca și celelalte catedre ale Institutului de construcții București, a avut și are în mod permanent contribuția sa alături de organizațiile de cercetare, proiectare și execuție.

Membrii corpului didactic din învățămîntul tehnic superior de construcții, în obligația lor de a pregăti viitoarele cadre de ingineri constructori, trebuie să cunoască problemele producției și metodele de rezolvarea lor actuală și să definească căile de urmat în perspectivă. Aceasta nu se poate face decît printr-o participare directă la elaborarea unor lucrări de proiectare sau cercetare-experimentare, actuale, ca și la studiile de ansamblu și de perspectivă, atît pentru procesele tehnologice, cît și pentru construcție.

Acum aproape 20 de ani, la începuturile introducerii mecanizării în execuția construcțiilor industriale și de locuit, datorită lipsei unei baze complet dotate pentru cercetări în acest domeniu și a unor organizații complex utilate pentru execuția industrializată, elaborarea proiectelor în noile condiții, atît pentru construcții, cît și pentru procesele tehnologice de execuție, s-a făcut pe baza datelor din literatură, a documentațiilor speciale, cu verificări experimentale pe prototipuri sau serie zero.

În această perioadă apar pe șantierele noastre proiecte pentru construcții cu elemente prefabricate preturnate și construcții multietajate sistem fagure turnate în cofraje de inventar. Folosirea acestor procese tehnologice, fără o mecanizare deosebită, aducea în special reducerea consumului de lemn. În proiectare, consecințele lor sînt însă mari. Apar pentru prima oară construcțiile de masă din elemente prefabricate și construcțiile cu diafragme verticale ca elemente de structură. În primul caz se schimbă parametrii tehnici ai structurii de rezistență, care este alcătuită din mai multe elemente separate continuizate între ele, și pe rezultatele acestui început s-au pus la noi bazele proiectării structurilor alcătuite din elemente produse industrial. În al doilea caz apăreau elemente structurale noi, diafragmele de beton armat, a căror comportare, izolate sau în ansamblul structurii, nu era cunoscută mai ales pentru încărcări seismice și din vînt, probleme care acum aproape 15 ani au început să preocupe cadrele didactice, pe cercetători, proiectanți și executanți. În timp, proiectarea a primit indicațiile necesare elaborării proiectelor ; studiile și cercetările sînt însă în continuare, unele aspecte ale acestei probleme fiind și astăzi în atenția cercetătorilor.

De curînd, catedra noastră are în planul său, împreună cu organizațiile de proiectare și cercetare, elaborarea unor instrucțiuni provizorii de proiectare a structurilor pe diafragme.

De la aceste prime începuturi, colectivul catedrei, condus atunci de prof. dr. docent ing. M. Hangan, a participat cu organizațiile de cercetare, proiectare și execuție la elaborarea de studii, cercetări și experi-

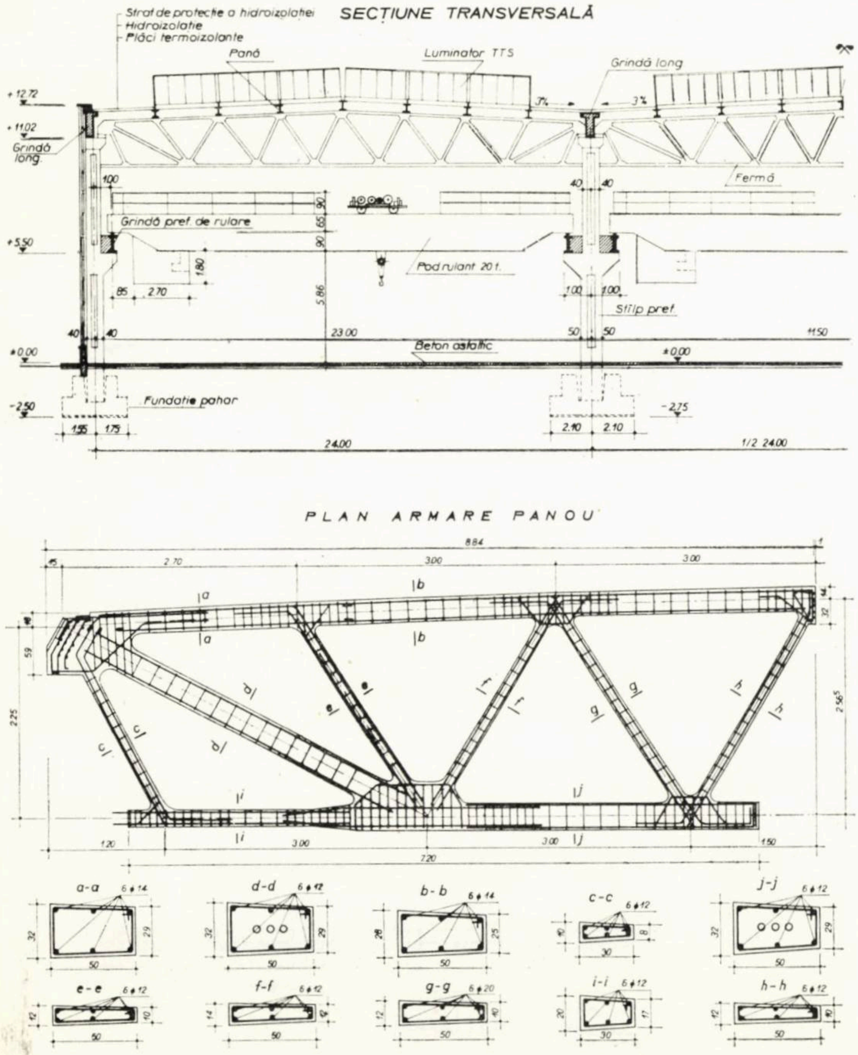


Fig. 3 — Hală universală. Deschideri : 3 × 24 m ; travee : 12 m. Fermă lenticulară din tronsoane prefabricate asamblate prin precomprimare. Acoperiș cu pane de 12 m din beton precomprimat și chesoane. a — secțiune transversală ; b — detalii de armare a panoului marginal al fermei

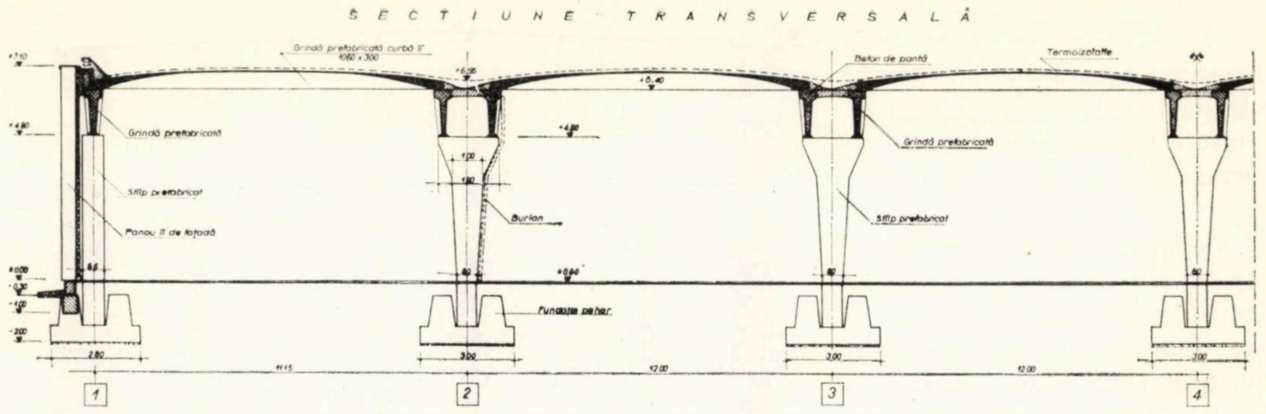


Fig. 4 — Hală pentru industria textilă cu elemente prefabricate de acoperiș din beton precomprimat pe rețeaua 18 × 12 m ; grinzi-canal de 18 m și chesoane curbe de 12 m. Secțiune transversală

mentări și la precizarea soluțiilor din proiecte.

Această activitate s-a manifestat prin consultări, îndrumări, avizări, experimentări dar și prin participarea multora din membrii catedrei direct în producție, în cadrul organizațiilor de cercetare, proiectare și execuție, la elaborarea studiilor, cercetărilor sau proiectelor în acest domeniu.

De asemenea, printr-o largă documentare, articole, publicații în revistele de specialitate, lucrări tipărite și referate, conferințe sau comunicări ținute în cadrul catedrei sau al consfătuirilor naționale și internaționale, au fost făcute cunoscute rezultatele obținute, soluțiile aplicate și realizările noastre.

În continuare, menționez cîteva din problemele mai importante ce au preocupat catedra „Construcții de beton armat".

Deoarece forma și dimensiunile construcțiilor pot varia rațional din punct de vedere al cheltuielilor de investiție, întreținere și exploatare, în anumite limite, cu funcțiunea ce trebuie să o îndeplinească, se pot găsi trame care să satisfacă mai multe funcțiuni. Rezultatele acestor studii, asociate cu modularea utilajelor și cu condiția ca în alcătuirea construcției să fie cît mai multe elemente identice, au impus modularea construcțiilor industriale și civile și serierea construcțiilor ce urmează să fie proiectate pentru execuție industrială.

La studiul modulului, pe lîngă studiile în colaborare, catedra a obținut rezultate utile cu ajutorul proiectelor de an elaborate de studenți, unde tema prevedea o aceeași construcție cu tramă diferită după modulul adoptat.

Cea mai importantă problemă a fost însă alcătuirea structurii de rezistență și a îmbinării elementelor de beton armat executate mecanizat, astfel ca să se poată realiza continuitatea necesară asigurării stabilității ansamblului structurii. În acest cadru s-au examinat forma, dimensiunile și materialele elementelor prefabricate, abaterile dimensionale, îmbinările lor, stabilitatea și rezistența ansamblului structurii, cu toate implicațiile lor tehnice și economice.

Ca principii în alcătuirea unor astfel de structuri s-au adoptat : reducerea numărului de îmbinări pe structură, reducerea îmbinărilor puternic solicitate, folosirea de elemente cu forme spațiale cît mai mari, limitate de volumul și greutatea la care pot fi confecționate, transportate și montate.

Începîndu-se proiectarea cu elementele de beton armat — liniare și plane — ce puteau fi executate în atelierele din perioada aceea, s-a ajuns azi la elementele spațiale — chesonul curb și altele — și se studiază în continuare aplicarea altor forme spațiale din plăci și bare.

În ce privește schema statică a structurii, tendința comună este de asemenea de continuizare în cît mai mare măsură prin monolitizarea elementelor. De exemplu, în cazul construcțiilor parter din industrie, îndată ce condițiile de execuție au permis, s-a trecut de la fermele arc, la grinzile trapezoidale monolitizate cu stîlpi. În continuare sînt proiectate structuri cu elemente spațiale în T și TT și sînt în studiu alte forme bazate pe aceeași concepție. Modul de alcătuire a îmbinării elementelor a format de asemenea una din preocupările catedrei.

Îmbinările monolite ale elementelor de beton armat și îmbinările sudate ale armăturilor au fost analizate cu mai multă atenție și în unele cazuri chiar experimentate (încercarea ar-

măturilor sudate la sarcini repetate).

Proiectul pentru execuţia industrială în fabrici a clădirilor de locuit multietajate prevede structura fagure executată din panouri mari. Deoarece sistemul s-a folosit pe o scară din ce în ce mai largă, el a format obiectul multor analize şi cadrele didactice de la catedra „Construcţii de beton armat" au participat la diferite acţiuni de îndrumare, consultare şi expertizare şi au dat, împreună cu alţi specialişti, indicaţii pentru proiectarea unor astfel de structuri.

De asemenea, catedra a participat la revizuirea şi completarea prescripţiilor de proiectare a construcţiilor de beton armat şi beton precomprimat. Membrii catedrei au făcut parte din mai multe colective ce s-au ocupat cu aplicarea metodei stărilor limită şi a coeficienţilor diferenţiaţi la calculul structurilor de beton armat şi beton precomprimat, şi au redactat şi elaborat în parte prescripţiile pentru calculul seismic al construcţiilor şi încărcări în construcţii.

Cadrele catedrei „Construcţii de beton armat" au lucrat pînă acum pe aceste coordonate şi, deoarece s-au obţinut rezultate bune, consideră că şi în continuare au posibilităţi de cunoaştere şi participare la activitatea de tipizare în construcţii.

Cea mai însemnată parte a activităţii catedrei „Construcţii de beton armat" şi a tuturor catedrelor din Institutul de construcţii Bucureşti este însă introducerea şi dezvoltarea tipizării în construcţii prin pregătirea cadrelor de viitori ingineri cărora să le permită, încă de la început, încadrarea în activitatea curentă a producţiei, astfel încît să poată participa în cel mai scurt timp la procesele de producţie din cercetare, proiectare sau execuţie.

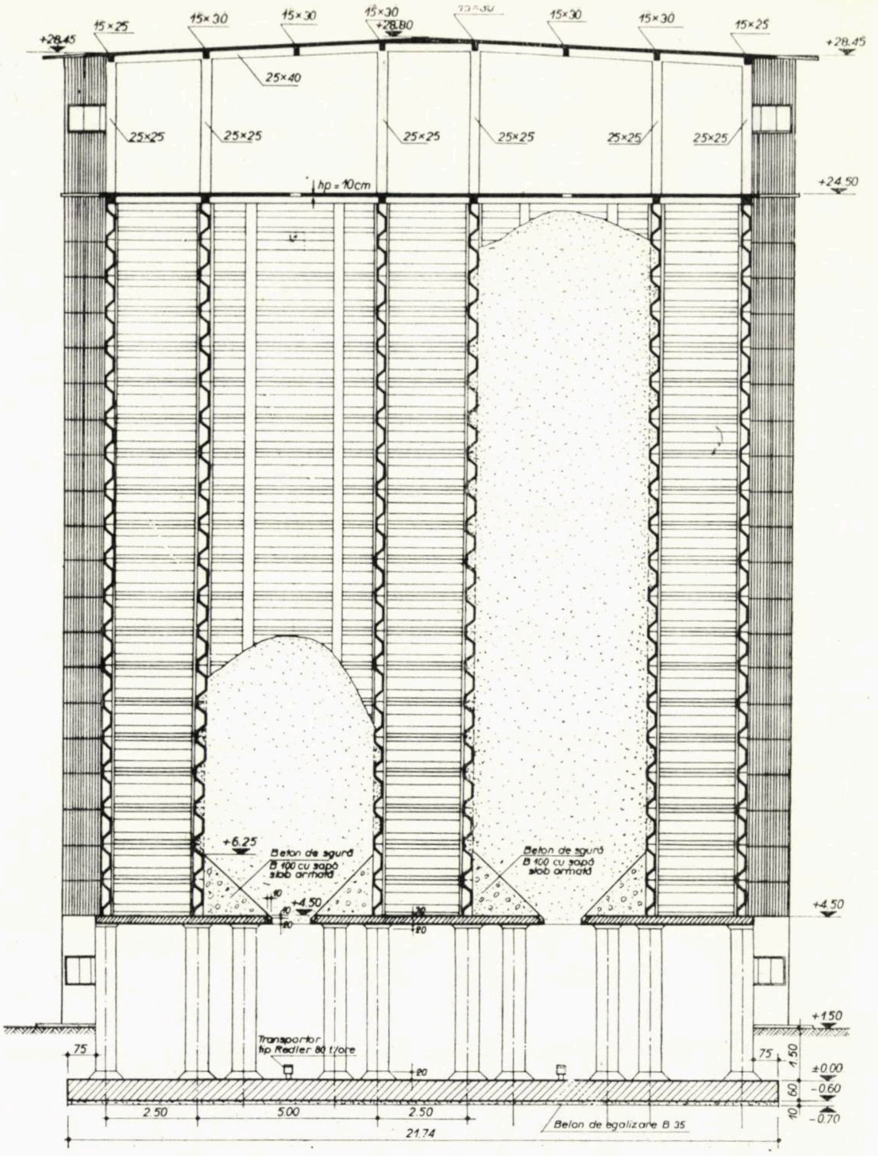


Fig. 5. a — Siloz prefabricat pentru 30 000 t cereale — 4 baterii a 28 celule exagonale cu latura 2,5 m şi înălţimea 20 m. Secţiune transversală prin siloz

Pentru aceasta, viitorii ingineri trebuie să cunoască principiile metodei tipizării, bazele proiectării construcţiilor din elemente identice produse industrial, procesele tehnologice de execuţie mecanizată pentru a le putea folosi cît mai bine la conceperea elementelor industrializate, modul de alcătuire a ansamblului în astfel de construcţii, ca şi determinarea materialelor ce alcătuiesc elementele şi dimensiunile lor. În general, se urmăreşte a se da viitoarelor cadre tehnice superioare pregătirea necesară conceperii şi alcătuirii unei construcţii cu elemente tip industrializate.

În acest scop s-au introdus în curs capitole pentru prezentarea şi tratarea problemelor construcţiilor alcătuite cu elemente executate industrializat în fabrici sau la faţa locului (cofraje glisante, execuţie în cofraje plane de inventar sau spaţiale etc.), cu toate avantajele şi inconvenientele ce le prezintă diferitele sisteme, ca şi

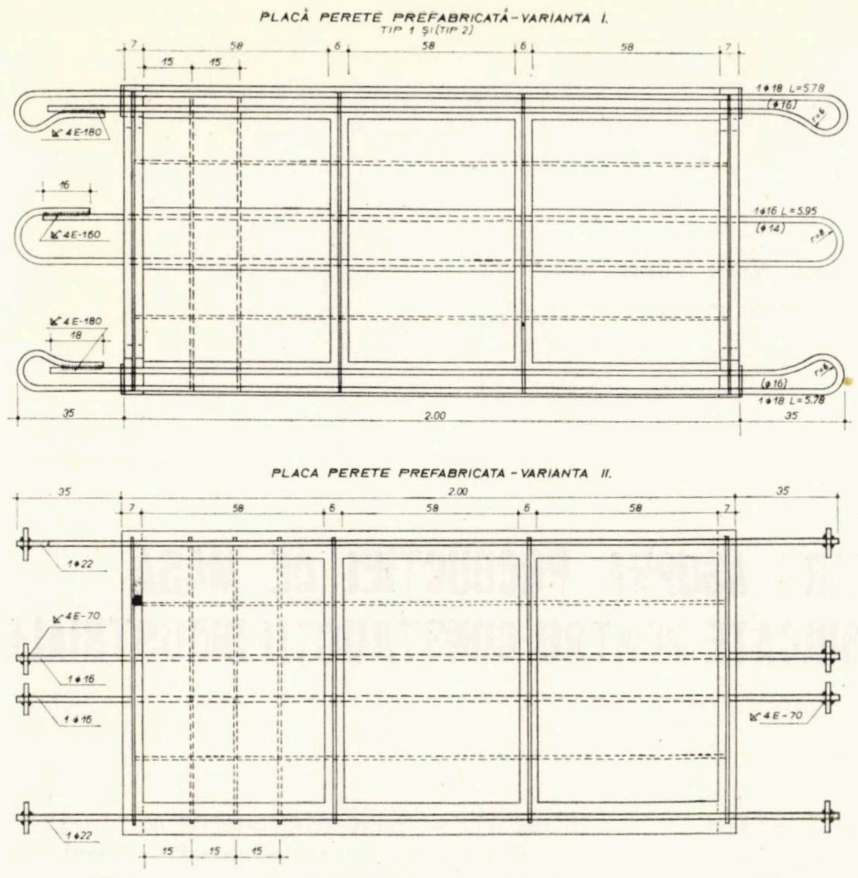


Fig. 5. b — Siloz prefabricat pentru 30 000 t cereale. 4 baterii a 28 celule exagonale cu latura 2,5 m și înălțimea 20 m. Detalii de armare a elementului prefabricat

consecințele tehnice și economice. În paralel, pentru înțelegerea și mai bine a diferitelor aspecte ale problemelor, la proiectele de an se dau teme care se referă la astfel de construcții.

De asemenea, la proiectele de diplomă studenții trebuie să conceapă construcții cu structuri de rezistență alcătuite din elemente produse industrial. În figurile 1—5 sînt date cîteva dispoziții generale și detalii ale unor construcții ce au făcut obiectul proiectelor de diplomă ale studenților de la Facultatea de construcții.

În cadrul catedrei „Construcții de beton armat" se predă și cursul de tehnologie a execuției lucrărilor de construcții, care cuprinde în unele capitole și tehnologiile industrializate pentru executarea elementelor de construcții din beton armat.

Pentru o mai bună informare a studenților asupra acestor construcții și tipuri de structuri, catedra a organizat de mai mulți ani comunicări și simpozioane pentru studenți cu subiecte din realizările constructorilor noștri. Comunicările sînt făcute de cadre din producție care participă la lucrările didactice ale catedrei.

* * *

Multiplele aspecte și complexitatea problemei tipizării în construcții și a industrializării execuției lor, ca și, în general, ale tuturor problemelor tehnice și științifice, au arătat încă de mult că ele nu mai pot fi rezolvate decît în colectiv și este greu de a preciza participarea fiecăruia.

Ritmul rapid în care s-a dezvoltat industrializarea construcțiilor la noi în țară, calitatea produselor obținute și volumele importante de lucrări executate prin aceste metode arată însă gradul avansat de pregătire a cadrelor tehnice ce au luat parte la introducerea și dezvoltarea tipizării în construcții, ca și coeziunea și strînsa colaborare a tuturor celor ce au pregătit și dezvoltat această acțiune.

Ing. IOAN VASILESCU
director general C.I.P.B.

INFLUENȚA TIPIZĂRII ASUPRA PRODUCȚIEI DE MASĂ A ELEMENTELOR PREFABRICATE PENTRU CONSTRUCȚII INDUSTRIALE

În perioada cincinalului care s-a încheiat, producția de elemente prefabricate din beton realizată în întreprinderile din cadrul Centralei industriale de prefabricate a marcat o dezvoltare rapidă și masivă, ajungînd ca în anul 1970 să se realizeze o producție de 1.080 mii m^3 de prefabricate, din care 804 mii m^3 de beton armat, față de o producție de 491 mii m^3, din care 420 mii m^3 de beton armat, realizată în 1965.

Volumul producției de elemente prefabricate pentru construcții industriale a fost de 86 mii m^3 în anul 1965, în anul 1971 urmînd a se realiza o producție de 341 mii m^3, iar pentru anul 1975 se prevede realizarea a 640 mii m^3.

Considerăm că în această dezvoltare masivă a producției de prefabricate, tipizarea construcțiilor în totalitate sau a elementelor componente, a constituit un factor determinant, atît în ceea ce privește asigurarea condițiilor pentru realizarea unui volum sporit de producție, cît și, în special, asupra eficienței acestei producții atît în fabricile de prefabricate, cît și pe șantierele de montaj.

Unul din domeniile de folosire a elementelor prefabricate, în care tipizarea a avut și are în continuare un efect deosebit, este acela al construcțiilor industriale, atît sub aspectul dezvoltării producției de masă, cît și sub aspect tehnic și economic.

În acest sector se evidențiază în modul cel mai concret influența reciprocă ce a existat și există între activitatea de tipizare și dezvoltarea producției de prefabricate.

În prezent se poate constata că în întreprinderile din cadrul centralei noastre, producția de elemente prefabricate pentru construcții industriale se execută integral după proiecte tip, ajungîndu-se pe această cale la fabricarea unor prefabricate cu performanțe deosebit de ridicate.

Interdependența între tipizare și producția industrială a permis organizarea unei producții de serie cu caracter industrial în toate fazele procesului de fabricație. Începînd cu pregătirea carcaselor de oțel și cu prepararea betonului pînă la turnarea elementelor pe linia de fabricație, concepția și execuția instalațiilor de formare (tipare), ca și ale instalațiilor de turnare și vibrare, s-au putut specializa, perfecționa și organiza în condiții superioare de calitate, productivitate și eficiență economică.

Nu trebuie neglijat nici aspectul specializării cadrelor pe operații și puncte de lucru, posibilă numai în cazul unei tipizări a elementelor legată de asigurarea organizării unei producții de serie.

Organizarea producției industriale a prefabricatelor a influențat activitatea de proiectare în sensul că, prin perfecționarea procedeelor de fabricație, folosirea de utilaje, scule și dispozitive moderne și eficiente, a creat premisele apariției unor elemente de înaltă tehnicitate și eficiență mereu crescîndă.

Introducerea în fabricație a elementelor de înaltă tehnicitate a reclamat o serie de măsuri tehnico-organizatorice complexe, legate de o organizare tehnologică superioară, folosirea de instalații complexe pe liniile de fabricație

în depozite și la transportul elementelor în vederea asigurării unei calități corespunzătoare a produselor și unui ritm de fabricație eficient.

Influența tipizării asupra producției de masă a elementelor prefabricate pentru construcții industriale se reflectă și în reducerea consumurilor specifice de materiale, în aplicarea de tehnologii moderne, folosirea de instalații de formare complexe, mecanizarea și automatizarea unor operații, specializarea cadrelor, folosirea pe scară largă a oțelurilor de înaltă rezistență, a plaselor sudate, a cimenturilor superioare etc.

Instalațiile de formare au evoluat în sensul că trebuiau abandonate soluțiile tehnologice care presupuneau operații complicate pentru asamblarea și pregătirea tiparelor pentru turnare, precum și la decofrare, operații care consumau de regulă cel mai mare timp tehnologic, realizîndu-se instalații de formare complexe, capabile să realizeze în mod automat operațiile de lucru ale tehnologiei de fabricație.

Un progres însemnat s-a realizat prin folosirea tiparelor cochilie care asigură turnarea pieselor prefabricate fără elemente de cofrare mobile, piesele întărite fiind expulzate din tipar cu ajutorul unor dispozitive acționate hidraulic (fig. 1).

Rezultatele bune obținute prin utilizarea tiparelor cochilie la executarea elementelor prefabricate din beton armat a permis extinderea acestui procedeu și la executarea elementelor prefabricate din beton precomprimat.

Prin promovarea acestor utilaje s-a urmărit totodată utilizarea cu maximum de eficiență a metalului, astfel încît tiparul să fie capabil să suporte efortul de preîntindere a toroanelor de armare, greutatea tiparelor rămînînd comparabilă cu a tiparelor folosite în mod curent în tehnologia stand.

În acest fel s-au eliminat încă o serie de operații tehnologice, cu mare consum de manoperă, specifică tehnologiei stand cu culee, și anume derularea și transportul în lungul liniei a toroanelor, poziționarea în tipare a acestora și, bineînțeles, operațiile de asamblare și dezasamblare pentru decofrare.

Tiparele cochilie purtătoare pot fi realizate pentru executarea unei piese sau mai multor piese deodată.

Pentru compactarea betonului, tiparele sînt prevăzute cu reazeme elastice, regimul de vibrare fiind realizat cu vibratoare de cofraj fixate pe tipar, iar pentru accelerarea prizei și întăririi betonului sînt prevăzute cu instalații de tratament termic.

Expulzarea pieselor după întărire se efectuează cu cilindri hidraulici care acționează prin intermediul unor leviere asupra dornurilor de expulzare amplasate în zona de reazem a grinzilor.

Pentru finisarea feței necofrate a pieselor se folosesc finisoare mecanizate.

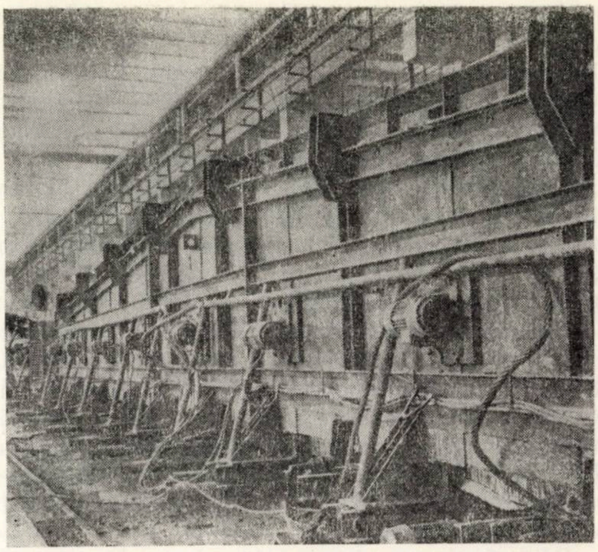


Fig. 1

În acest sens este de remarcat că, cu astfel de instalații complexe, s-au realizat elemente de acoperiș de mare deschidere din beton precomprimat marcă B 500, cu transfer de efort la 350 kg/cm^2 după 8 ore de tratament termic într-un ciclu total de fabricație de 24 ore, ceea ce constituie o performanță de valoare mondială.

Folosirea în tehnologiile de fabricație a acestor instalații de formare este posibilă numai prin tipizarea elementelor prefabricate, deoarece realizarea lor în condiții de unicat, pentru investiții aprobate, ar fi practic imposibilă avînd în vedere costurile ridicate care ar reveni pe produsele respective din organizarea fabricației. Spre exemplificare, este interesant de arătat că pentru grinzi de tip G 18 $\times$ 12 instalația de formare cîntărește circa 30 tone și este în valoare de peste 350 mii lei, iar pentru un element IIc 3 $\times$ 12, utilajul de formare cîntărește circa 15 tone și este în valoare de aproximativ 200 mii lei.

Interdependența între activitatea de tipizare și dezvoltarea industriei de prefabricate se reflectă și în creșterea gradului de industrializare a construcțiilor, în creșterea productivității muncii, reducerea consumurilor de materiale și a costului construcțiilor etc.

Influența tipizării asupra producției de masă a elementelor prefabricate pentru construcții industriale se reflectă și în reducerea consumului de manoperă în fabrici prin introducerea celor mai moderne tehnologii în toate fazele procesului de producție.

În prezent se realizează în atelierele de armături productivități de 250—300 kg/om/zi prin prelucrarea oțelurilor cu diametre cuprinse între 3—14 mm.

Pe liniile de fabricație, datorită utilajelor, instalațiilor de formare, sculelor și dispozitivelor concepute și realizate în sector, se realizează productivități fizice de peste 2 m^3/om/zi și productivități valorice de ordinul a 300 mii

lei/om/an. Ţinem să remarcăm că aceste productivităţi depăşesc în prezent cele realizate la secţiile de tuburi PREMO, care, la data intrării lor în fabricaţie în anul 1960, prezentau valori ce păreau că nu vor fi atinse niciodată în cadrul producţiei altor sortimente.

Organizarea unei producţii ritmice şi continue de elemente prefabricate, ca urmare a tipizării elementelor, a dus la reducerea consumului de cherestea, atît pe şantier, cît şi, în mod deosebit, în fabrici. Un efect important, în special la noile produse de înaltă tehnicitate sub aspectul economiei de cherestea, apare la activitatea de depozitare şi transport, unde procesul de tipizare a elementelor a permis tipizarea dispozitivelor de depozitare şi ambalare în mijloacele de transport, posibilitatea executării acestora din metal avînd garanţia amortizării lor în timp.

Prin ţipizarea elementelor s-a promovat folosirea oţelurilor superioare şi a betoanelor de mărci superioare, cu efect asupra reducerii greutăţii construcţiilor şi a consumului de oţel. Crearea în industria de prefabricate a posibilităţilor fabricării de betoane de mărci superioare, de prelucrare şi punere în operă a oţelurilor superioare şi în special a sîrmei şi toroanelor pentru betoane precomprimate (procedee şi utilaje de precomprimare de cel mai înalt nivel) a permis proiectării să conceapă tipuri de elemente prefabricate de înalt nivel tehnic, parametri superiori şi consumuri tot mai reduse de materiale.

Acest aspect este în exclusivitate un avantaj al tipizării, numai în acest caz putîndu-se asigura condiţiile preliminare pregătirii producţiei de serie prin încercări pe prototipuri, pe cap de serie, experimentări tehnologice, operaţii care în condiţiile fabricării de unicate ar deveni total oneroase şi ar urma să fie compensate prin dimensionări acoperitoare la proiectare şi organizări improvizate la execuţie.

Sub aspectul reducerii consumului de metal, avantajele tipizării şi promovării de elemente de înaltă tehnicitate, se evidenţiază şi în proiectarea elementelor de suprafaţă pentru acoperişuri, astfel :

elemente (tuburi de presiune din beton precomprimat, stîlpi din beton precomprimat pentru linii electrice aeriene, spalieri pentru viţă de vie etc.), se situează la un nivel ridicat, comparabil cu cel din ţări cu industrie avansată.

De la structurile de hale industriale realizate pînă în anii 1965—1966, la care se utilizau prefabricate din beton armat greoaie, s-a ajuns în prezent la structuri suple, cu grad mare de universalitate, cu număr de elemente redus, care asigură industrializarea maximă a execuţiei construcţiilor.

Această acţiune s-a dus în paralel cu folosirea celorlalte soluţii, astfel că din anul 1967, an de an, prin adoptarea noilor structuri de hale s-a asigurat reducerea costului/m^2 de hală.

În cadrul acţiunii de diversificare a prefabricatelor s-a acţionat în mod deosebit pe linia extinderii pe scară largă a producţiei de elemente din beton precomprimat, date fiind avantajele tehnico-economice evidente.

Această acţiune de diversificare a sortimentelor şi de promovare a elementelor de înaltă tehnicitate din beton precomprimat a dus la realizarea de structuri de hală tipizate cu indicatori tehnico-economici superiori.

Evoluţia elementelor pentru structurile de hale industriale se poate sintetiza după cum urmează :

— Elemente grele din tronsoane postcomprimate pe şantier care rezolvă travee pînă la 12 × 24 m, soluţie implicînd costuri ridicate şi manoperă mare în fabrici şi pe şantiere, cu folosirea unui număr mare de elemente. Aceste realizări de structură au corespuns perioadei 1965—1968.

— Realizarea de elemente pentru montaj, începînd de la trama de 6 × 12 m pînă la 12 × 18 m, cu evoluţia corespunzătoare a costurilor, a consumului de oţel, a manoperei (număr de bucăţi la montaj) şi a utilajului, ajungîndu-se pînă la piese de 4 m^3/buc. Aceste structuri se realizează începînd cu anul 1967 şi în prezent.

— Elemente de mare suprafaţă care realizează structura de rezistenţă şi acoperişul cu

	Cheson 3,0×6,0	Cheson 1,5×6,0	CP 1,5×12,0	CP 3,0×12,0	CP 1,5×18,0	T_{12}	T_{18}	T_c 1,5×12	TT_c 3×12
Metal kg/m^3	119,1	115,6	61,38	70,4	62,45	59,58	52,12	55,6	52,7

Gama sortimentelor de prefabricate, în special pentru structuri de hale industriale, s-a diversificat continuu obţinîndu-se de la o soluţie la alta indici tehnico-economici superiori, preţ/m^2 de hală redus, un grad ridicat de industrializare a execuţiei construcţiilor.

Structurile de hale industriale care se realizează în prezent la noi în ţară, ca şi alte

un număr redus de elemente şi reducerea consumului de oţel, manoperă şi utilaj, folosindu-se elementele TTc 3 × 18, TT c 3 × 12, chesoane 1,5 × 12 şi 3 × 18 etc., etapă care a început în anul 1969.

Din analiza avantajelor economice în evoluţia rezolvării structurilor de hale industriale este de reţinut felul cum a evoluat costul de structură pe metru pătrat de hală, astfel :

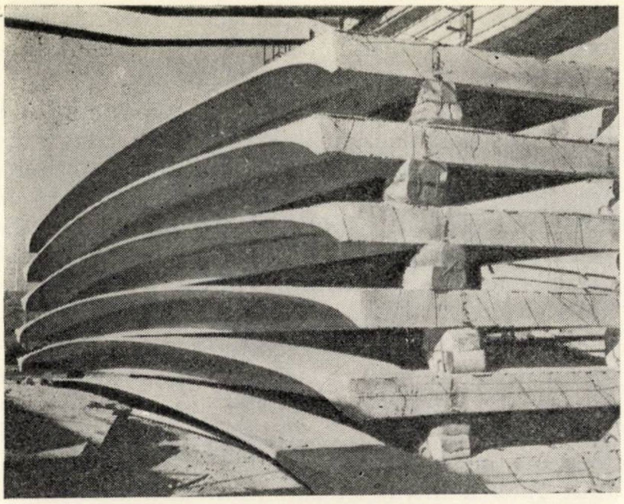


Fig. 2

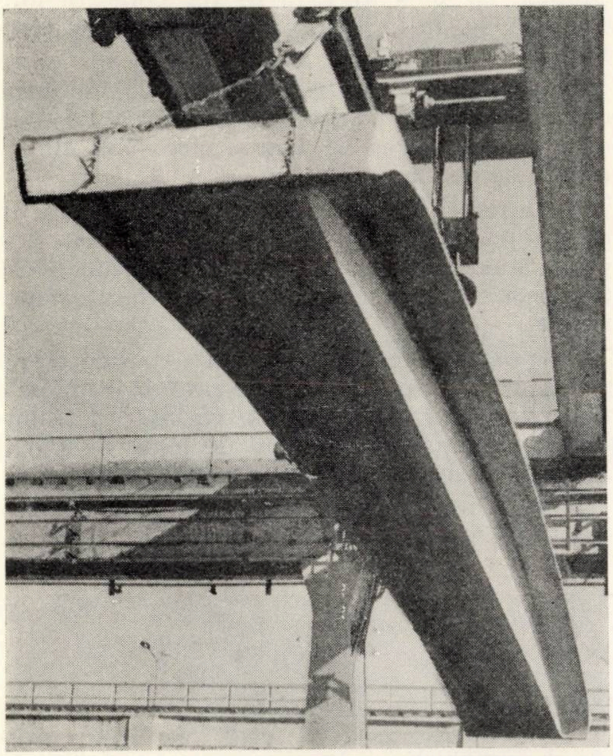


Fig. 3

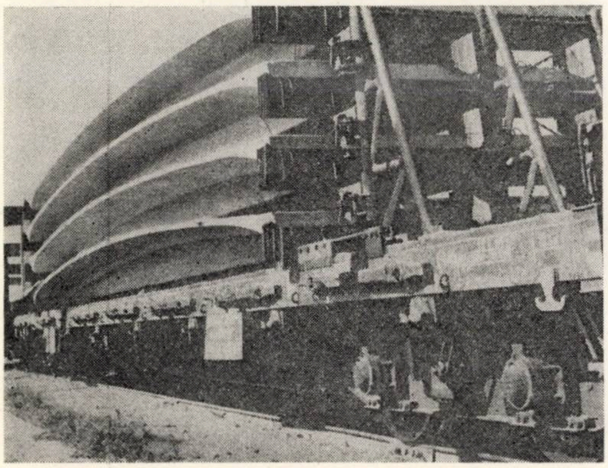


Fig. 4

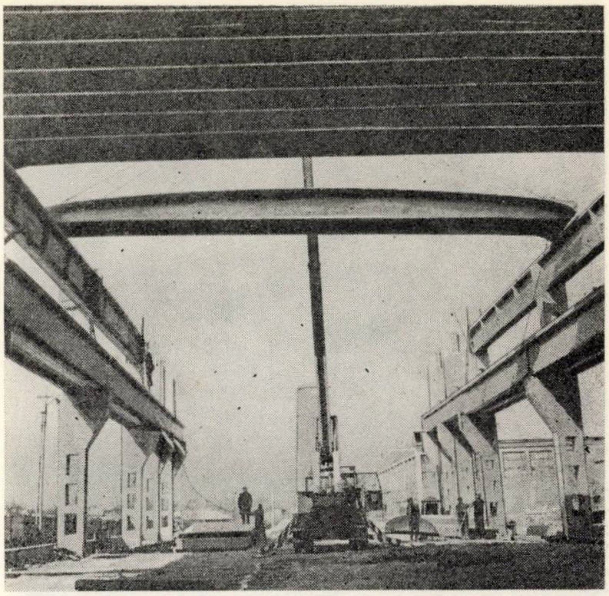


Fig. 5

- la trama de 18 × 12, structura a evoluat de la ferma pe jug și chesoane 3 × 6 la grinda jug și TT_c 3 × 18, iar costul de la 338,40 lei/m^2 la 279,10 lei/m^2 ;
- la trama de 18 × 6 structura a evoluat de la ferma cu chesoane la grinda jug de 6 m cu TT_c 3 × 18, iar costul de la 276,20 lei/m^2 la 242,30 lei/m^2 ;
- la trama de 12 × 12, structura a evoluat de la grinda G 12 × 6, grindă jug și chesoane 3 × 6, la grinda jug și TT_c 3 × 12, iar costul de la 312 lei/m^2 la 265,30 lei/m^2 ;

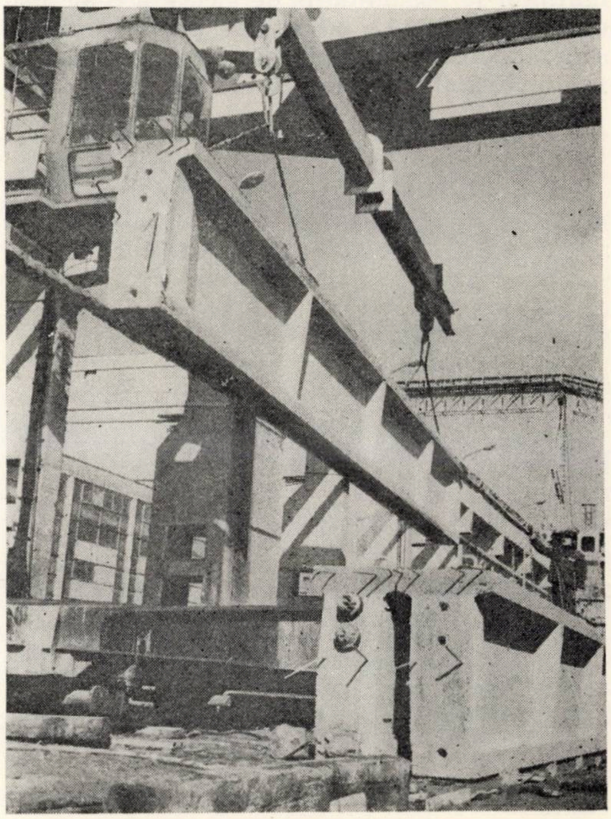


Fig. 6

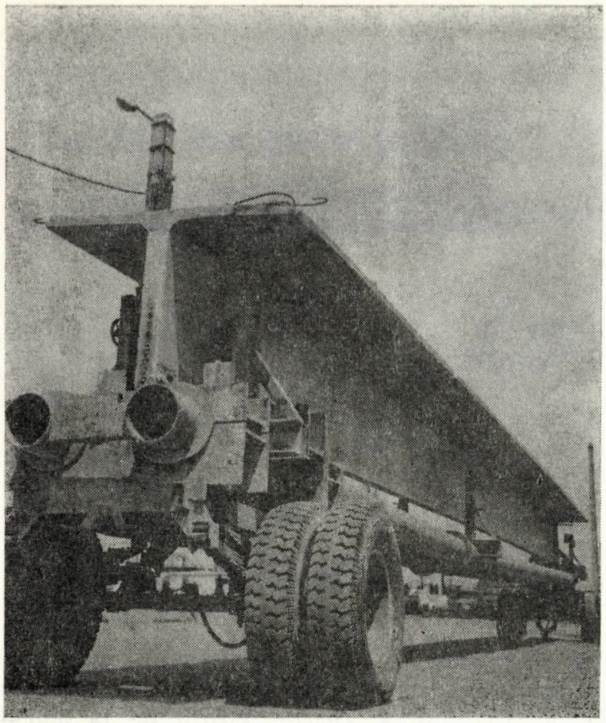


Fig. 7

• la trama de 6 × 12 structura a evoluat de la grinda G 12 × 6, pane și chesoane, la grinda jug de 6 m și TT 3 × 12, iar costul de la 242,00 lei/m^2 la 215,20 lei/m^2.

Se poate face observația că dezvoltarea tipizării va duce la limitarea imaginației creatoare a proiectanților, la o șablonare a gîndirii lor, limitîndu-se posibilitățile de găsire a celor mai adecvate soluții. La aceasta se poate răspunde prin numeroase exemple din care rezultă marea diversitate de sortimente tipizate ce se realizează, precum și aspectul arhitectonic foarte variat obținut la construcțiile industriale executate cu aceste elemente.

Dezvoltarea și diversificarea producției de elemente prefabricate tipizate pentru construcții industriale au creat posibilitatea, într-un grad din ce în ce mai mare, de alegere a celor mai eficiente soluții de structuri de hale industriale realizabile în condiții de economicitate maximă, consumuri minime de materiale și cu un grad mărit de industrializare.

Necesitățile mereu crescînde de elemente prefabricate pentru construcții industriale au dus la dezvoltarea industriei de prefabricate prin înființarea de noi unități profilate în mod deosebit pe elemente industriale. Astfel, în anul 1969 a intrat în funcțiune unitatea de la Deva, în anul 1971 unitățile de la Buzău și Oradea, iar pînă în 1975 se vor construi unități noi la Iași, Timișoara, Bistrița și Constanța.

În acest an se vor realiza circa 2,0 milioane m^2 de hale industriale, din care circa 1,5 milioane m^2 cu travee de 6 m și circa 500 mii m^2 cu travee de 12 m.

Evoluția și diversificarea prefabricatelor tipizate pentru construcții industriale cu procedee moderne de fabricație au permis realizarea unor prefabricate cu performanțe superioare.

În momentul de față, pentru structuri de rezistență se produc elemente prefabricate pentru rezolvarea în mai multe variante a tramelor cu dimensiuni începînd de la 6 × 6 pînă la 12 × 18 m.

Astfel, s-au realizat chesoane curbe de acoperiș din beton precomprimat de 1,5 × 12 m,

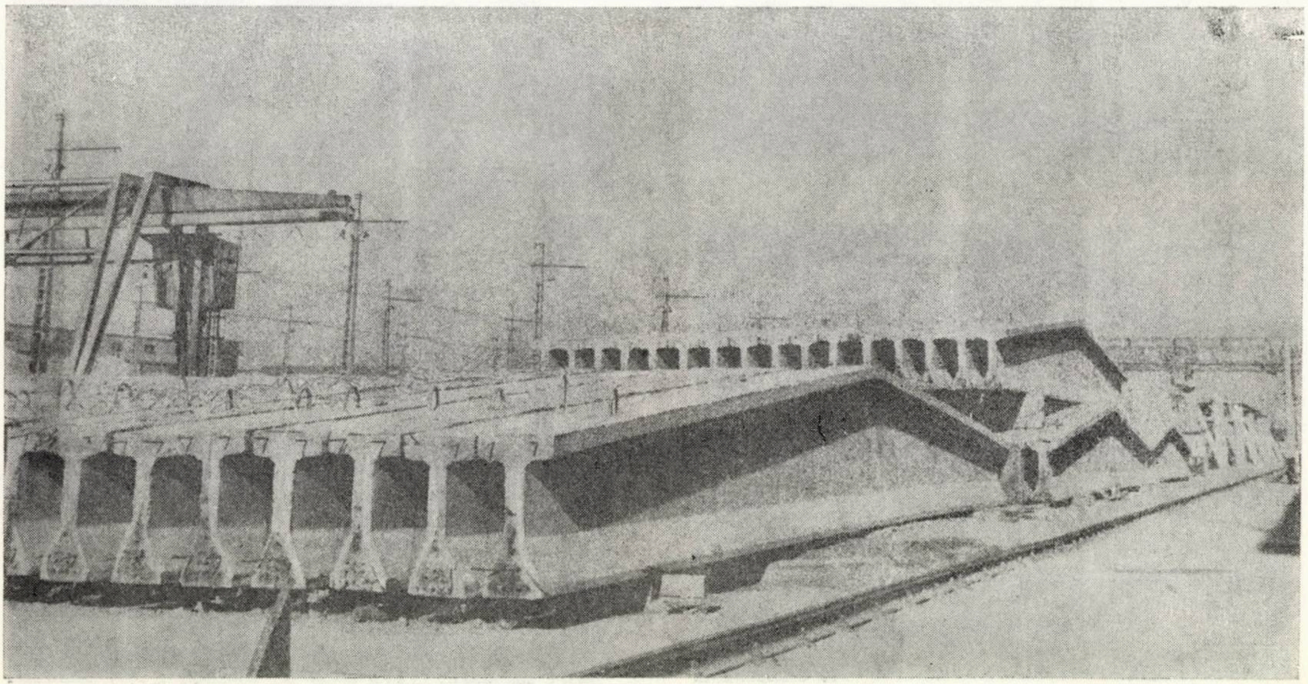


Fig. 8

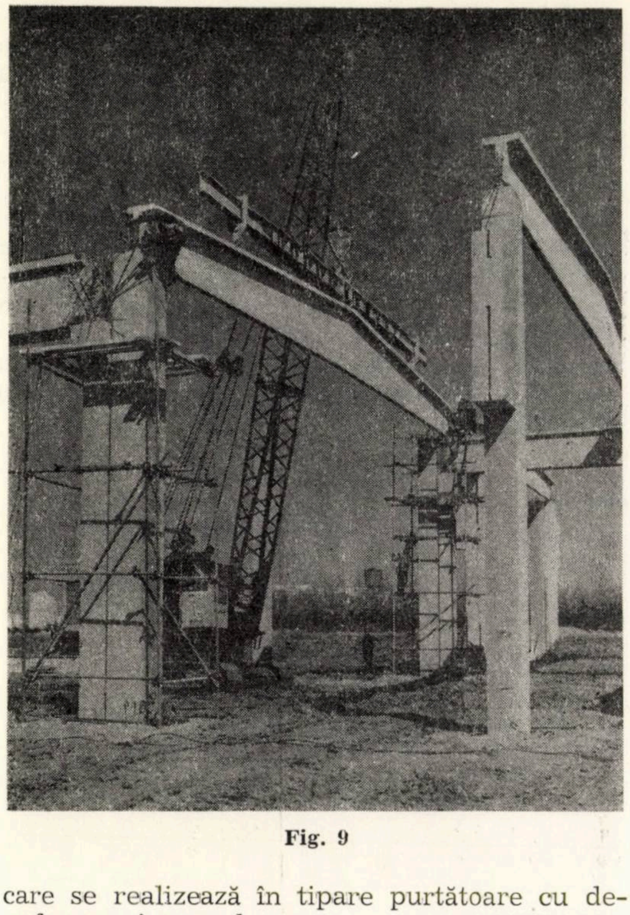


Fig. 9

care se realizează în tipare purtătoare cu decofrare prin expulzare.

O etapă superioară de rezolvare a elementelor de suprafață pentru acoperișuri, cu îmbunătățirea performanțelor tehnico-economice, s-a realizat prin proiectarea elementelor TT_c 1,5 × 12 și TT_c 3 × 12 (fig. 2).

Pentru mărirea gradului de industrializare a construcțiilor prin reducerea numărului de elemente pentru structură s-a ajuns la elemente de mare suprafață de acoperiș de tipul

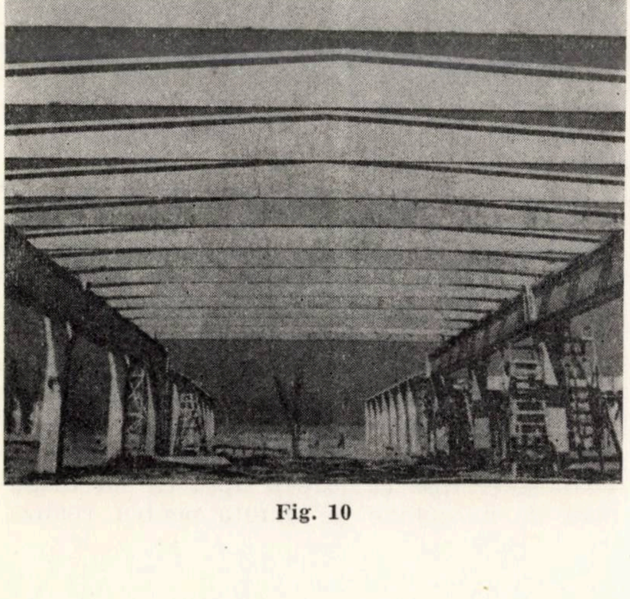


Fig. 10

TT 3 × 18 care acoperă printr-un singur element o suprafață de 54 m^2 (fig. 3, 4, 5).

Aceste elemente de acoperiș de mare suprafață, în afara performanțelor tehnico-economice deosebite realizate, permit prevederea de goluri pentru luminatoare sau trecerea instalațiilor.

Începînd din anul 1969 s-au introdus în fabricație grinzile jug de 12 m lungime cu pane și tălpi paralele (fig. 6) care au dus la rezolvarea favorabilă a tramelor de 12 × 12 și 18 × 12 m prin utilizarea elementelor de mare suprafață de tip cheson și TT_c.

Din anul 1970, gama elementelor de structură s-a îmbunătățit prin apariția grinzii de tipul G 18 × 12 din care un singur element asigură acoperirea unei suprafețe de hală de circa 220 m^2.

În afara producerii elementelor structurale, etapa actuală se caracterizează prin trecerea spre o prefabricare totală a halelor industriale în sensul că se produc în prezent tipuri noi de elemente pentru alte părți ale construcțiilor. Dintre acestea, trebuie amintite elementele de închidere a halelor sub formă de panouri din b.c.a. orizontale sau verticale în strat omogen sau de tip sandviș, elemente în formă de T sau TT drepte montate vertical, pereți din az-

Fig. 11

bociment simplu sau cu miez termoizolant. Se execută în prezent, pe scară industrială, piloți din beton precomprimat de mare eficiență, elemente pentru planșee intermediare în hale sau pentru planșee la hale etajate (tip TT sau sub formă de fîșii cu goluri din beton armat) și sînt în curs de introducere în fabricație cele din beton precomprimat capabile de a prelua încărcări pînă la 1250 kg/m^2. De asemenea, se execută elemente prefabricate pentru grinzi de rulare de 6—12 m din beton armat sau precomprimat.

Activitatea de tipizare a determinat în mare măsură creșterea ponderii producerii elementelor din beton precomprimat. În prezent, din

totalul elementelor produse pentru construcţii industriale, circa 90% sînt din beton precomprimat (fig. 7 şi 8), domeniul elementelor din beton armat limitîndu-se practic la prefabricate de acoperiş de tip cheson de 6 m deschidere.

În momentul de faţă se poate afirma că industrializarea executării construcţiilor nu este posibilă fără folosirea, într-un grad cît mai ridicat, a elementelor prefabricate, iar realizarea eficientă a acestor prefabricate nu se poate asigura decît în cazul unei tipizări corespunzătoare într-un grad cît mai înalt (fig. 9, 10, 11).

Ritmul înalt de dezvoltare a industriei de prefabricate, creşterea continuă a productivităţii muncii, ca şi realizarea de prefabricate cu performanţe la nivelul ţărilor dezvoltate, nu s-ar fi putut realiza fără o colaborare şi cooperare strînsă, în ambele direcţii, între Institutul de proiectare pentru construcţii şi industria de prefabricate.

De aceea, profitînd de această ocazie, în numele Consiliului de administraţie al Centralei industriale de prefabricate din beton, mulţumesc tuturor inginerilor şi tehnicienilor din IPC pentru modul în care au colaborat în permanenţă cu noi şi pentru prezentarea la un înalt nivel tehnic a proiectelor pe care le-au întocmit.

Ing. ARA TACORIAN
Şef sector, M. C. Ind.

INFLUENŢA TIPIZĂRII ASUPRA DURATEI DE EXECUŢIE

O problemă centrală a economiei noastre în etapa actuală este scurtarea duratei de realizare a investiţiilor.

În realizarea acestui obiectiv major, deosebit de complex, sînt angrenate cadre tehnice şi economice din toate ramurile economiei, dar cu toate progresele făcute an de an, atît în pregătirea investiţiilor, proiectarea lor, pregătirea execuţiei, cît şi în execuţia propriu-zisă, problema rămîne în continuare deschisă.

Dintre multiplii factori care determină durata de execuţie, unul de o deosebită importanţă îl reprezintă soluţiile constructive, de unde şi insistenţa cu care se urmăreşte proiectarea şi aplicarea unor soluţii constructive care să ducă la un grad tot mai ridicat de industrializare a lucrărilor.

Astfel, prefabricarea, element important de industrializare şi care a adus o contribuţie însemnată la reducerea duratei de execuţie, a crescut an de an, în paralel cu o creştere importantă a volumului de betoane monolite executate cu metode industriale, în special prin cofraje glisante.

Chiar şi acolo unde, din motive tehnice, nu s-a putut introduce pe scară largă folosirea prefabricatelor, soluţiile tehnice care au permis refolosirea cofrajelor, fie ca cofraje glisante, fie ca cofraje de inventar tipizate, au dus la scurtarea duratelor de execuţie.

În legătură cu durata, este de precizat că între durata normală, durata minimă tehnologică şi durata optimă pentru constructor, cea pe care trebuie să o realizăm şi să o reducem continuu este de fapt ultima, adică cea care duce la cheltuieli de producţie minime.

Pentru stabilirea duratei de execuţie a diferitelor obiecte care compun o investiţie, la noi ca şi în alte ţări au fost elaborate normative îmbunătăţite.

Consider însă că este o lipsă că nu dispunem de normative de durată pentru realiza-

rea diferitelor investiții, în funcție de specificul lor, de producție, capacitate, amplasament etc., întrucît în ultimă instanță, pentru economia națională important este să reducem durata de realizare a investiției.

Dintre factorii care concură la reducerea continuă a duratei de realizare a investițiilor mă voi opri la unul, și anume la tipizare, fiind factorul esențial în determinarea procesului de industrializare în construcții.

Procesul de tipizare în construcții a început cu ani în urmă și s-a impus ca o necesitate pentru dezvoltarea procesului de industrializare a construcțiilor.

Dispunem astăzi de o gamă destul de largă de proiecte pentru :

a. construcții tipizate ;
b. structuri tipizate ;
c. elemente tipizate și mai puțin pentru secțiuni tipizate la elemente monolite.

Aplicarea proiectelor tip pentru diferite obiecte de bază sau auxiliare are ca efect, în afara reducerii duratei de proiectare, reducerea substanțială a procesului de pregătire a execuției, precum și simplificarea acestui proces. Astfel, prin studierea STE-urilor în care sînt indicate proiectele construcțiilor tip prevăzute, constructorul poate lua măsuri de ordin organizatoric, de planificare și contractare a materialelor și prefabricatelor necesare cu mult înainte de primirea proiectelor în faza P.E. Cunoscînd soluțiile, acest lucru este aplicabil și pentru lucrările care folosesc numai secțiuni sau elemente tip. În afară de aceasta, întreprinderile de construcții, prin repetarea execuției proiectelor tip pentru diferite obiecte, ajung la o anumită perfecționare în execuție, prin specializarea brigăzilor de montaj, stăpînirea tehnologiei de execuție, eliminarea timpilor de documentare și adaptare la noile amplasamente și, prin toate acestea, la reducerea duratei de execuție.

În ceea ce privește construcțiile tip pentru organizare de șantier, cincinalul trecut a reprezentat un pas important înainte, întrucît dacă în 1965 nu aveam decît cîteva proiecte pentru obiecte de organizare tipizate, astăzi dispunem de o gamă largă pe baza cărora I.P.C. a editat în 1970 catalogul obiectelor tip de organizare.

Este clar că transformarea obiectelor de organizare din unicate în obiecte tipizate a avut efecte pozitive și în ceea ce privește reducerea duratei de execuție prin reducerea duratei de instalare și organizare a șantierului.

Tipizarea obiectelor de organizare a permis îmbunătățirea dotării unităților de construcții cu elemente de organizare demontabile și de inventar și a determinat scurtarea perioadei de pregătire chiar a lucrărilor de organizare.

Voi da un exemplu elocvent. În anul 1965 s-a început construcția complexelor de creștere a porcilor de la Fetești, Oltenița și Călărași. Soluțiile obiectelor de organizare au fost

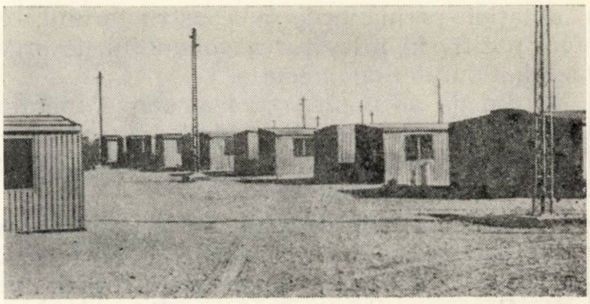


Fig. 1

cele tradiționale, adică barăci de tip M.E.F., diverse obiecte de zidărie, drumuri din balast, stații de betoane cu betoniere izolate, rețele pe stîlpi de lemn etc.

Pentru o producție de 60 milioane lei/an executarea lucrărilor de organizare a durat 6-7 luni și, reducînd efectele iernii, lucrările fiind începute în luna noiembrie, se poate lua în considerare o durată de 4-6 luni.

În anul 1970 s-a început Complexul de creștere a puilor de la Titu. Pentru o producție de 120 milioane lei, lucrările începînd în luna mai, organizarea șantierului a durat numai 3 luni însă cu obiecte tipizate de concepție mai nouă, un element hotărîtor în realizarea acestei durate reduse fiind utilizarea barăcilor de cazare de tip spațial (fig. 1).

Din totalul lucrărilor de organizare, ne vom opri mai puțin la construcțiile necesare cazării muncitorilor, întrucît acestea consumă încă un fond mare de timp. Din analizarea situației actuale și dintr-un studiu de perspectivă rezultă că din cei cca. 700 000 de muncitori ce vor fi ocupați în 1975 în industria de construcții, constructorul va trebui să asigure cazarea pentru cca. 350 000 de muncitori, deci cu cca. 25% mai mult decît posibilitățile actuale de cazare. Aceste cîteva cifre scot în evidență importanța îmbunătățirii soluțiilor și a unei politici clare de investiții ce trebuie dusă în domeniul construcțiilor provizorii. Apare deci justă prevederea unei scăderi masive a efectivelor de muncitori cazați în baracamente în centrele importante și acoperirea necesarului de cazare prin realizarea unor cămine definitive, ceea ce ar constitui o creștere importantă

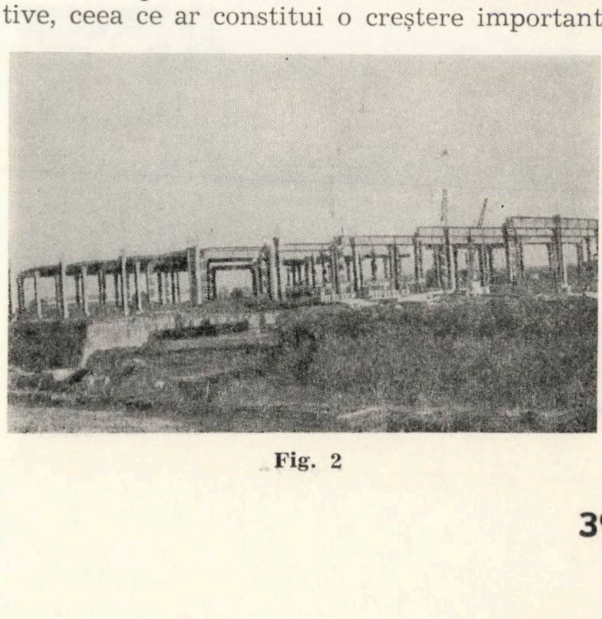


Fig. 2

a dotației permanente a constructorului, cu efect pozitiv în micșorarea volumului de organizări, a duratei de execuție.

Doresc de asemenea să mai fac o mențiune. Este un fapt unanim admis că reducerea duratei de execuție implică un volum de lucrări de organizare sporit.

Potrivit legislației actuale, acest spor se prevede, dar se acordă la finele lucrării dacă s-a realizat reducerea de durată avută în vedere. Consider sistemul nemobilizator și neeficient întrucît volumul suplimentar de lucrări de organizare care să determine reducerea duratei trebuie realizat la început, nu la sfîrșit, atunci cînd el se încadrează.

În ceea ce privește lucrările de bază, cea mai folosită formă a tipizării este aceea a elementelor de construcții din prefabricate. Folosim pe scară largă elemente de rezistență și închidere tipizate din beton armat, beton prefabricat, beton celular autoclavizat, plăci de azbociment, etc.

Folosirea de secțiuni tipizate de elemente de construcții monolite rămîne însă unul din dezideratele constructorilor, care ar avea drept urmare posibilitatea extinderii metodelor industriale și la lucrările monolite. Mă refer la utilizarea cofrajelor tipizate de inventar, precum și a celor glisante, cu posibilități de utilizare repetată și cu efecte favorabile, atît asupra duratei de execuție, cît și asupra prețului de cost.

Voi prezenta prin cîteva exemple efectele tipizării sau netipizării asupra duratei de execuție a unor investiții sau, mai exact, asupra unor obiective determinate din cadrul unor investiții. Astfel :

Pe platforma Pipera (fig. 2), în anul 1969 s-a început construcția Fabricii de radio și televizoare (hala de fabricație : total prefabricată ; elementele : tipizate, cu excepția stîlpilor ; elementele de acoperiș : T-uri). Cu aceste soluții s-a realizat structura halei, în suprafață de 15 000 m^2, în numai 7 luni (din iunie pînă în decembrie 1969), inclusiv închiderea laterală din plăci de azbociment.

Pe aceeași platformă, la Fabrica de calculatoare electronice o hală de 30 000 m^2, deci dublă ca suprafață, tot din prefabricate tipizate, însă cu elemente de acoperiș din chesoane precomprimate de 12 m nou introduse, s-a executat în 9 luni, datorită ușurinței de montaj a noilor elemente față de elementul T de aceeași suprafață.

Alături de acestea, hala de fabricație de la Întreprinderea pentru repararea și întreținerea utilajelor de calcul, mult mai mică (de numai 3 200 m^2), din elemente parțial tipizate, datorită unor elemente monolite a durat din ianuarie pînă în iunie 1969, adică 6 luni.

Hala de fabricație de la Întreprinderea *Acumulatorul* din București, în suprafață de 12 000 m^2, din elemente tipizate, s-a executat din septembrie 1967 pînă în martie 1968, adică în 7 luni, cu excepția luminatoarelor care, fiind monolite, au prelungit lucrările de închidere pînă în decembrie 1968, adică cu încă 9 luni.

Un alt exemplu : Filatura Oltenița (fig. 3 a și b) : hală blindată monobloc de 30 000 m^2, cu structura din elemente tipizate, grinzi canal, pane și fîșii.

Partea prefabricată a acestei hale a durat 15 luni. Partea monolită însă, respectiv anexele laterale în care se află și uzinele de condiționare, construcție P + 1 în suprafață de 2 500 m^2, a durat în schimb 30 de luni, ceea ce a determinat și durata de realizare a investiției.

În schimb, la Țesătoria Giurgiu (fig. 4-a, b c, d). o hală identică, de 25 000 m^2, deci apropiată cu cea din Oltenița, la care elemente de acoperiș fîșii au fost înlocuite cu grinzi T, deci elemente mai mari, a durat din luna mai pînă în noiembrie 1970, adică 7 luni.

Din exemplele arătate se desprind următoarele :

- durata de execuție a structurii halelor se reduce prin introducerea elementelor tipizate (datorită ușurinței de montaj, reducerii manoperei pe șantier, simplificării îmbinărilor) ;
- reducerea duratei se accentuează prin uti-

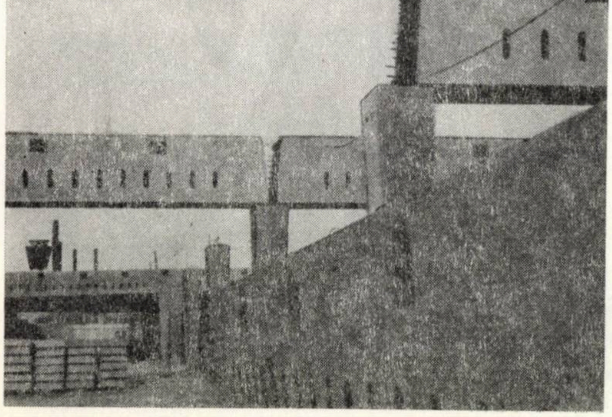


Fig. 3 a

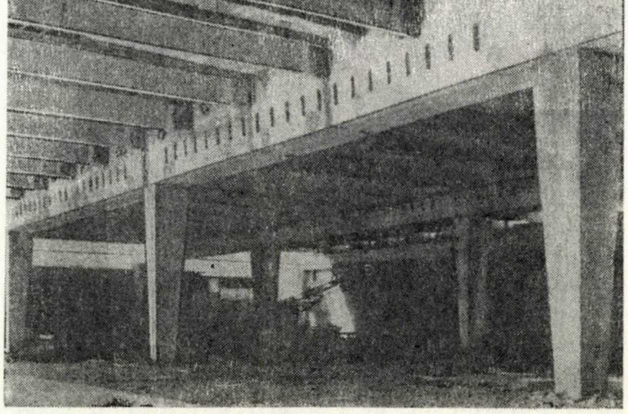


Fig. 3 b

lizarea unor elemente tipizate de dimensiuni mari ;

- influenţa negativă a elementelor netipizate monolite care au lungit şi lungesc încă durata de execuţie şi au daterminat-o.

Desigur că duratele respective au fost influenţate şi de o seamă de alţi factori, însă întrucît aceşti factori au influenţat în general toate cazurile, concluziile trase le consider juste.

Un exemplu din agricultură. Complexul avicol Tărtăşeşti, cu structura alcătuită din elemente prefabricate netipizate. Primele patru hale (în total 8 000 m^2) s-au executat în 8 luni : din aprilie pînă în noiembrie 1970.

Următoarele opt hale (în total 16 000 m^2) s-au executat numai în 6 luni.

Durata mai mare a primelor patru hale se datorește timpului de pregătire a prefabricării elementelor netipizate. După ce s-au executat tiparele pentru elementele prefabricate, deci au căpătat un caracter de tipizare locală, durata de execuţie a structurilor s-a redus cu peste 50%.

Un ultim exemplu : Secţia de fulgi de porumb de la Titan. Cu toate că este un unicat, iar durata realizată este un record şi deci nu poate fi generalizat, totuşi sînt de tras unele concluzii cu privire la utilizarea şi efectul prefabricării.

Construcţia (P + 5 cu 4 000 m^2 suprafaţa desfăşurată) este alcătuită din stîlpi monolit, grinzi prefabricate, chesoane planşeu, panouri de faţadă. Gradul de prefabricare atins este de 90%. Lucrările au început în martie şi s-au terminat în noiembrie 1970, adică în 9 luni, timp în care s-au executat nu numai lucrările de structură, ci s-a pus în funcţiune întreaga investiţie.

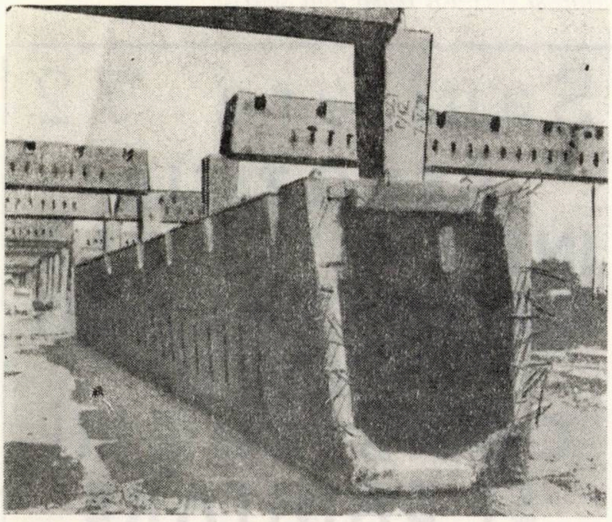


Fig. 4 a

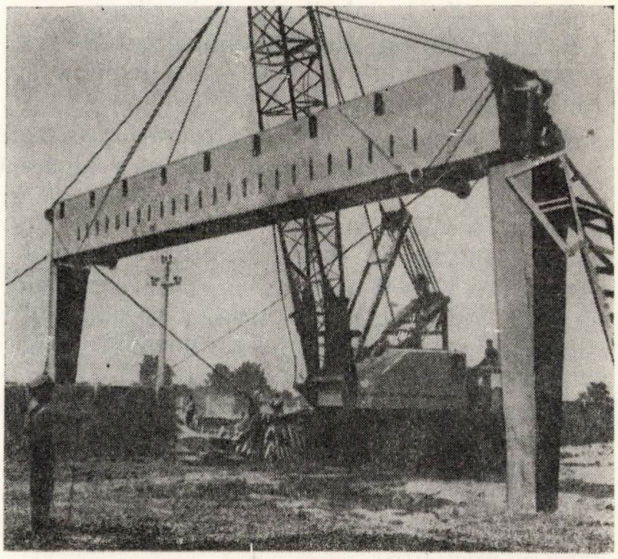


Fig. 4 b

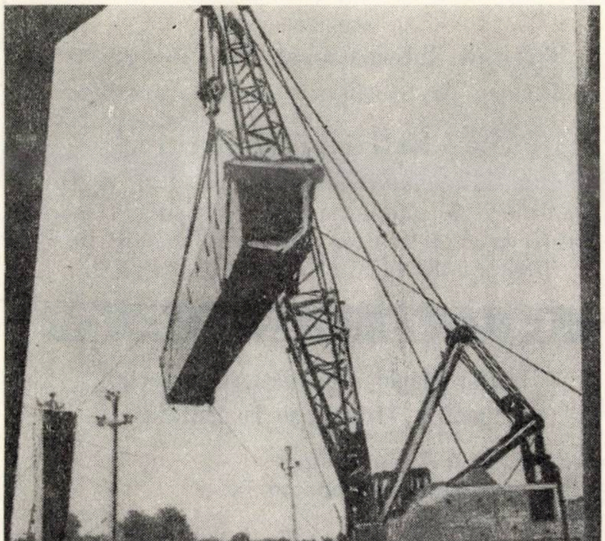


Fig. 4 c

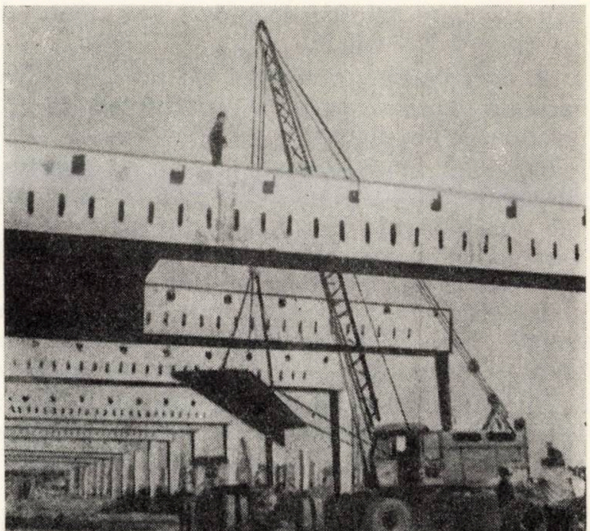


Fig. 4 d

Este un exemplu al rezultatului colaborării, încă din faza de proiectare, dintre executant și proiectant, al prefabricării, al organizării deosebit de atente și al urmăririi riguroase a graficului de execuție.

Din cele cîteva aspecte prezentate, ca și din activitatea practică a unităților noastre, consider că se pot trage unele concluzii pentru măsuri și acțiuni, care pot contribui la scurtarea duratei de execuție prin extinderea acțiunii de tipizare, acționînd asupra scurtării timpului de pregătire a lucrării, a duratei lucrărilor de organizare sau a celor de bază.

Pentru scurtarea duratei de instalare a șantierului este necesar să se continue acțiunea de tipizare a obiectelor de organizare, în special a celor care permit atacarea primei etape a lucrărilor de bază. De asemenea :

- extinderea tipizării asupra lucrărilor de organizare de instalații și rețele diverse ;
- intensificarea dotării unităților de construcții cu elemente de organizare demontabile, de inventar și mobile ;
- reducerea volumului de lucrări provizorii pentru cazarea muncitorilor prin realizarea, înainte de începerea lucrărilor de bază, de locuințe și cămine, în centrele în care sînt prevăzute volume de investiții mai importante ;
- intensificarea acțiunii de dotare a unităților de construcții cu utilaje și dispozitive adecvate noilor elemente prefabricate tipizate de dimensiuni mari ;
- continuarea și intensificarea acțiunilor pentru creșterea gradului de prefabricare ;
- extinderea tipizării asupra secțiunilor monolite și a cofrajelor, astfel ca să putem vorbi cu adevărat de industrializarea lucrărilor din betoane monolite ;
- dezvoltarea producției de elemente tipizate ușoare, din diverse materiale individuale sau asociate pentru închideri, elemente despărțitoare, finisaje etc. ;
- dezvoltarea producției de prefabricate din industrie care să permită constructorului aprovizionarea din stoc.

Totodată considerăm necesar ca institutele de proiectare să elimine la maximum elementele prefabricate netipizate din proiectele pe care le elaborează, precum și părțile monolite din cadrul structurilor prefabricate, ceea ce considerăm că va avea efecte favorabile atît asupra duratei de execuție, cît și asupra activității de pregătire premergătoare execuției.

În mod special apelăm la Institutul de proiectări pentru agricultură și industria alimentară care a reușit să-și tipizeze elementele la construcții.

Fabricile de prefabricate să acorde o atenție sporită calității elementelor livrate, astfel ca pe șantier să nu mai fie nevoie de lucrări de finisare.

Din experiența unităților Ministerului Construcțiilor Industriale a rezultat că durata de execuție ar putea fi mult redusă dacă diversele prefabricate livrate de industrie ar sosi la șantier în mod coordonat, potrivit graficului de execuție.

În acest sens, solicităm Centralei industriale a prefabricatelor din beton să contracteze livrarea de hale și nu de elemente dispersate pe diverse fabrici. În acest mod și furnizorul de prefabricate va fi angajat în realizarea unor durate de execuție reduse.

Convingerea noastră este că în reducerea duratei de execuție există rezerve. Aceste rezerve nu se află numai în mîna constructorului executant ci și în cea a cercetătorilor, proiectanților, a furnizorilor de materiale de construcție, a beneficiarilor, factori care trebuie să colaboreze mai strîns pentru rezolvarea scopului comun :

Realizarea de construcții mai ieftine, mai bune, și într-un timp mai scurt.

Sanitara '72

EXPOZIȚIE INTERNAȚIONALĂ DE INSTALAȚII PENTRU CONSTRUCȚII ȘI SANITARE

3 — 10 octombrie 1972

pe amplasamentul

Tîrgului Internațional din Budapesta

Termen de înscriere pentru expozanți :

31 ianuarie 1972

Pentru informații detaliate privind costul, condițiile de participare și construcția standului dv., precum și pentru diferitele posibilități de publicitate adresați-vă la

HUNGEXPO

Oficiul Maghiar de Comerț Exterior pentru Tîrguri și Publicitate

Budapesta XIV, Városliget
Adresa poștală : Budapesta 70,
Căsuța poștală 44
Telex : Budapesta 22 45 25 INDFOIRE
Telefon : 225 — 008

Publicom

Prof. ing. **MIRCEA MIHAILESCU**
Institutul politehnic Cluj

PROIECTAREA DE PROTOTIPURI — OBIECTUL TIPIZĂRII CONSTRUCŢIILOR

A construi a devenit subiect clasic datorită numeroaselor analize operate în spaţiul noţiunii, care au îngăduit a-i ordona conţinutul după reguli de mare stabilitate.

Poate această trăsătură de prestigiu, stabilitatea, a impus „structura" la romani, în accepţiunea de „construcţie", printre *conceptele centrale în teoria cunoaşterii,* denumirea tehnică învelind un miez cu înţelesuri adînci.

Astfel, pe un plan mai larg, structura defineşte astăzi, nu aşezarea la întîmplare a unor elemente, ci asamblarea închegată a unor segmente într-un tot unitar, capabil să funcţioneze întocmai modelelor cu viaţă din natură.

Definiţia, care precizează diferenţa de calitate dintre sumă şi întreg, dintre amorf şi cristalizat, dintre grămadă şi edificiu, sugerează că utilizarea materiei, sau transformarea energiei, se face cu randament sporit la organismele naturii, clasate pe specii, fiecare reprezentînd un prototip.

Acest mod de a privi lucrurile implică şi sublinierea deosebirii între gîndirea cu snop paralel dispusă să plutească în generalitate şi gîndirea convergentă orientată spre obiectivizare.

Dacă primul tip de gîndire intersectează domenii vaste, observînd caracterele unor pluralităţi sau enunţînd principii, cel de-al doilea tip evoluează în spaţii mărginite, priveşte obiectul ca individualitate şi stă la baza creaţiei de opere propriu-zise.

Viaţa tehnică a acordat prioritate formei de gîndire focalizate, pentru că deschide calea cea mai directă spre realizări de bunuri materiale.

Pentru confirmare, să observăm competiţia firească vizînd îmbunătăţirea condiţiei de viaţă a societăţii, pentru a constata cum, în sincretismul activităţii umane primare, au ieşit la un moment dat la iveală creaţii singulare cu calităţi sporite faţă de rezolvările cunoscute, a căror aplicare s-a impus pînă la concurenţa cu alte soluţii superioare apărute ulterior.

Pe portativul acestei afirmaţii se pot înscrie tipurile de construcţii caracterizînd stilurile arhitecturale.

Crearea oarecum aleatorie de prototipuri, corelată cu acţiunea de difuzare a lor în suprafaţă, se consideră astăzi procesul care poate condiţiona în modul cel mai hotărîtor mersul spre progres şi face parte din preocupările dirijate ale societăţii contemporane.

Cu cît nivelul de calitate (atribut care implică şi eficienţa) al unui prototip este mai ridicat, şansele de aplicabilitate devin mai mari şi în consecinţă beneficiile pentru economia naţională sporesc.

Această corelaţie schematică oferă explicaţia concentrărilor mari de eforturi pe care le fac statele în vederea realizării de prototipuri, ajungîndu-se adesea chiar pînă la comasarea potenţialului tehnic a multor state.

Prototipul reprezintă în timpul nostru produsul cel mai valoros al activităţii tehnice, el apare ca rezultat al gîndirii polarizate, gîndire axată pe o idee centrală care dezvoltă cu precizie şi armonie idei de detaliu astfel încît ansamblul să constituie o structură, în sensul mai cuprinzător amintit la început.

Printre elementele specifice ale activităţii de realizare a prototipurilor se pot enumera :

— Ştiinţa dezvoltată pe obiect, în care problemele nu se rezolvă deductiv prin inter sau extrapolare faţă de un grup de fenomene îndepărtate, ci caută în mod inductiv soluţii plecînd exact de la parametrii la care urmează să funcţioneze obiectul. Problemele, în cazul acestui gen de ştiinţă, se înscriu în ordinea de importanţă, analizează indicele de mărime al diferitelor fenomene, sînt tratate în grupuri corelate şi ţin seamă de interdependenţă.

— Lucrul desfăşurat în echipă, atît la pro-

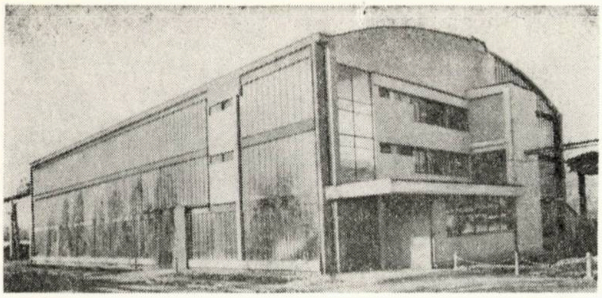


Fig. 1

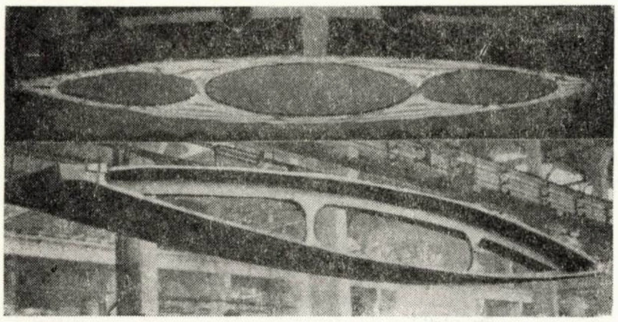


Fig. 2

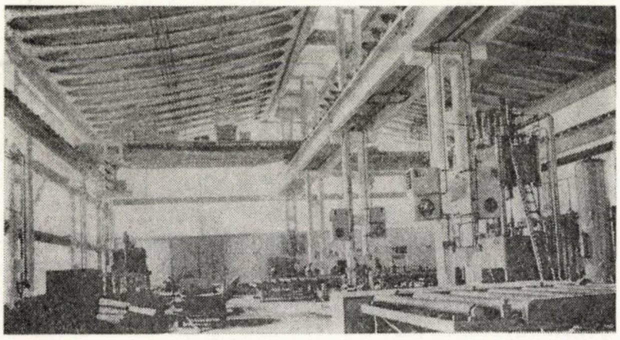


Fig. 3

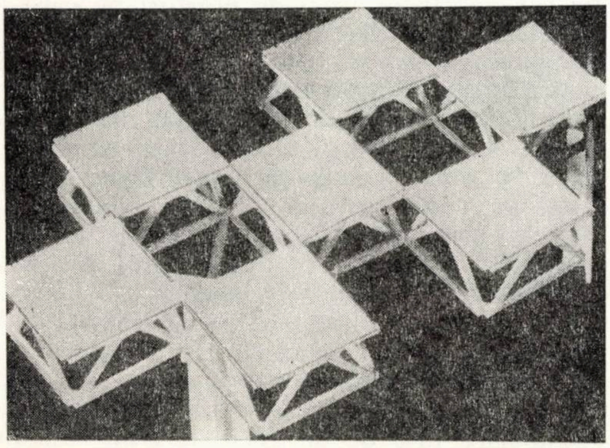


Fig. 4

iectare, cît și la execuție, impune o adaptare corespunzătoare a structurii morale a celor înrolați în acest gen de muncă, întrucît este necesar ca participările la creație și răspundere să fie unanime.

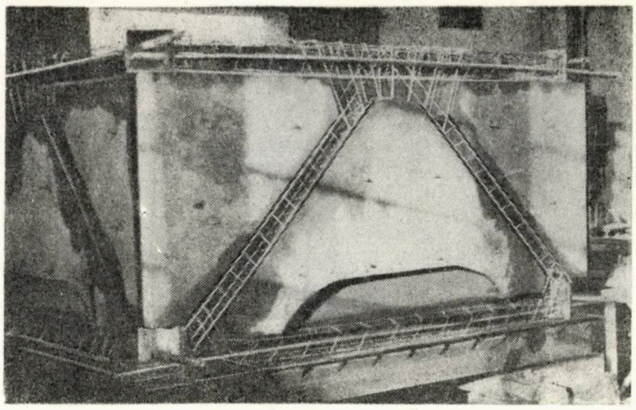


Fig. 5

— În fine, calitățile prototipurilor justificînd aplicarea lor pe scară largă, este rațional să se adopte o tehnologie industrializată, capabilă să asigure cea mai mare eficiență de realizare.

Pentru viitor, privim cu multă speranță inițiativa născută în cadrul I.P.C. de a sprijini soluțiile care se întrevăd a fi de valoare pentru a se proiecta pînă în faza de prototip.

S-ar crea modalitatea de a oferi beneficiarilor o varietate mai mare de soluții și, ca urmare a preferințelor, s-ar ajunge la concluziile cele mai directe ; în același timp s-ar răspunde obiecțiunilor, care spun că activitatea tip frînează afirmarea personalității sau duce la monotonie.

Proiectarea de prototipuri va reprezenta întotdeauna stimulentul cel mai puternic pentru punerea în valoare a personalității tehnice, iar construcțiile tip vor fi privite cu interes în toate cazurile în care materializează idei avansate, dar vor fi judecate drept monotone cînd apar ca aplicații ale unor soluții tehnice desuete.

*

În cadrul Institutului politehnic Cluj au fost efectuate mai multe lucrări care încearcă să se înscrie în contextul celor de mai sus :

- Pentru hale cu procese tehnologice unidirecționale s-a realizat prototipul unui element de acoperiș, optim din punct de vedere static și care din punct de vedere funcțional permite să se așeze conducte și pe direcția perpendiculară deschiderii, oferind de asemenea posibilitatea realizării unui tavan neted. O aplicație s-a efectuat la Întreprinderea 16 Februarie Cluj (fig. 1, 2, 3).
- Pentru hale cu procese funcționale bidirecționale, cu tramă pătrată, s-a studiat un tip de element reticular (fig. 4, 5, 6) care, asamblat prin precomprimare pe două direcții într-un aranjament în tablă de șah, permite realizarea unei structuri cu caracter universal ce oferă posibilitatea realizării de trame pătrate, așezarea de luminatoare, agățarea de grinzi rulante, prevederea în orice direcție a unor canale tehnologice.

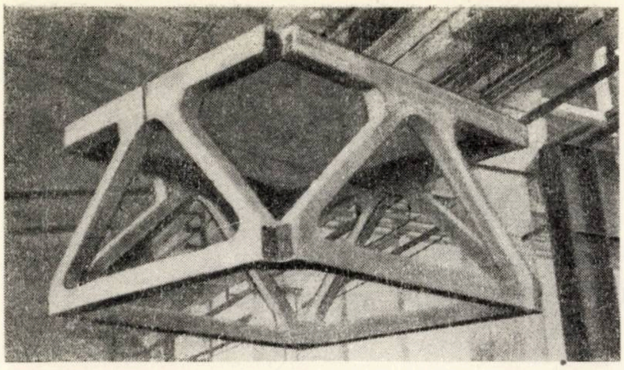


Fig. 6

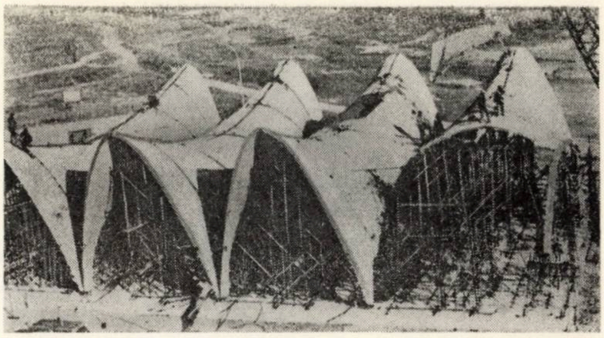


Fig. 10

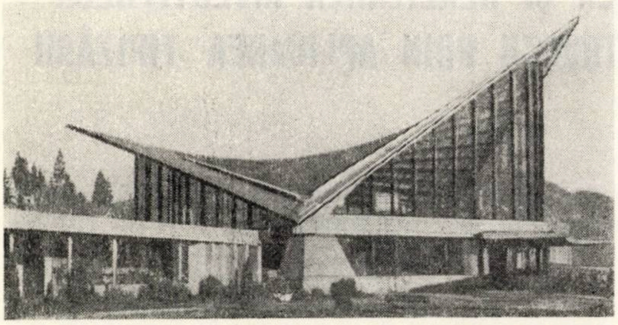


Fig. 7

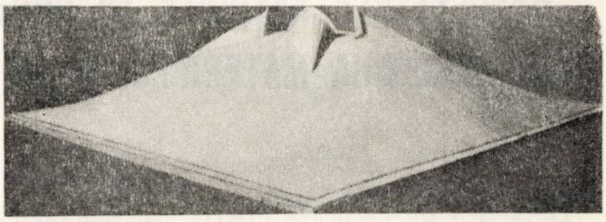


Fig. 11

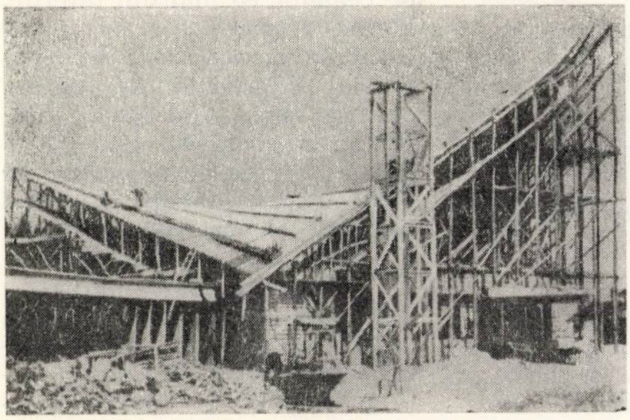


Fig. 8

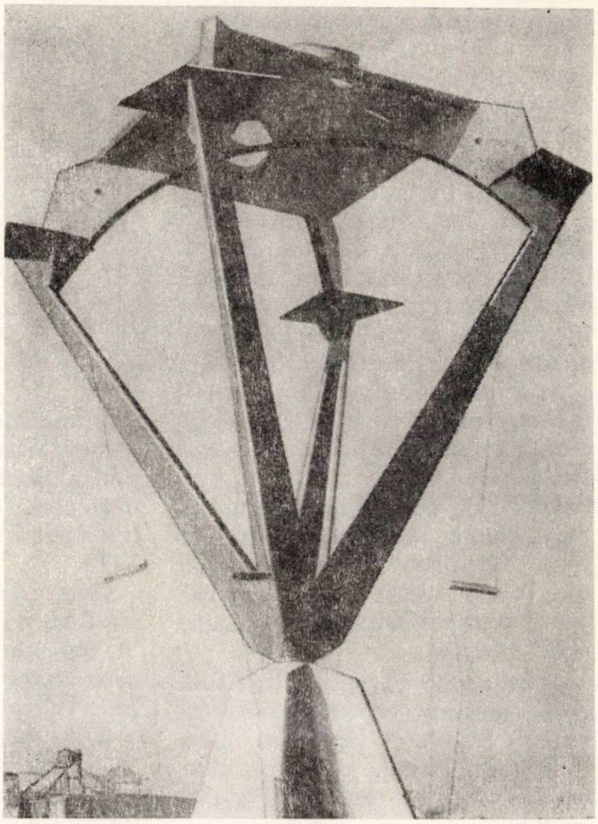


Fig. 12

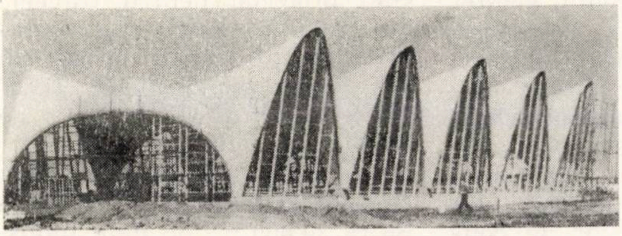
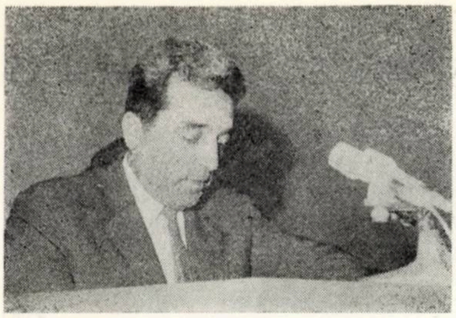


Fig. 9

● Pentru construcţii sociale, clădiri pentru călători, săli de sport, săli pentru magazine universale se prezintă trei soluţii reprezentînd învelitori subţiri realizate din prefabricate şi aplicate la gara Predeal, sala de box a Municipiului Gheorghe Gheorghiu-Dej şi hala de prezentare mărfuri din Cluj (fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Astăzi, cînd *industrial design* se consideră o preocupare de aceeaşi importanţă ca organizarea ştiinţifică, învelitorilor subţiri, pe lîngă recunoaşterea eficienţei economice, trebuie să li se acorde o notă în plus pentru rezolvarea mecanică capabilă să ofere expresii arhitectonice interesante.



Ing. **NICOLAE POPA**
Director I.P.I.M.C.

REZULTATELE OBȚINUTE ÎN PROIECTAREA ȘI REALIZAREA INVESTIȚIILOR DIN INDUSTRIA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII PRIN APLICAREA TIPIZĂRII

Dinamica pe care s-a înscris dezvoltarea economiei țării noastre — în special în ultimul cincinal — a impus eforturi susținute din partea fiecărei ramuri industriale pentru a-și aduce contribuția corespunzătoare poziției ce o ocupă în sistemul economic național.

Pentru asigurarea volumului mare de investiții în ramura materialelor de construcții, IPIMC a căutat să adopte soluții moderne, eficiente, care să ducă la executarea obiectivelor în timpul cel mai scurt posibil, cu un efort material minim, cu consumuri de materiale deficitare cît mai reduse și cu o eficiență cît mai ridicată a investiției.

Una din căile importante de realizare a scopului propus a fost folosirea prefabricatelor din beton armat — în general — și a prefabricatelor tipizate — în special.

Dominante caracteristice ale construcțiilor epocii noastre, prefabricarea și tipizarea și-au imprimat pecetea pe marea majoritate a producției institutului nostru.

Cu privire la acest lucru, graficul pe care-l prezentăm ilustrează creșterea utilizării secțiunilor și elementelor tip în proiectele IPIMC (fig. 1).

Ca o consecință imediată, prin diminuarea cantității de betoane turnate pe șantier și utilizarea pe scară tot mai largă a elementelor prefabricate precomprimate în industrie am obținut reduceri importante la consumul unor materiale deficitare.

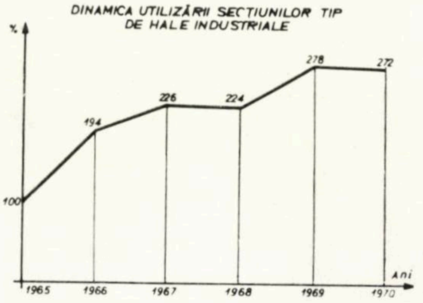


Fig. 1

Diagramele din figurile 2 și 3 demonstrează reducerea consumului de metal și de lemn la proiectele elaborate de institutul nostru în perioada 1963-1970.

Chiar de la începutul acestei acțiuni, IPIMC s-a preocupat în permanență de folosirea proiectelor și secțiunilor tip, le-a folosit de multe ori chiar în faza de omologare și, de asemenea, a urmărit adoptarea lor la specificul lucrărilor din industria materialelor de construcții.

Vom trece în revistă cîteva exemple de natura celor semnalate, începînd cu primele realizări în acest domeniu.

Astfel, fabrica de beton celular autoclavizat Doicești (fig. 4) are hala de fabricație (cca 14 000 m²) acoperită cu ferme arc (proiect tip 2032). Deoarece condițiile tehnologice au impus deschideri de 12,00 și 18,00 m, cu travee de 6,00 și 12,00 m, dispuse în mod neregulat, avînd parțial și grinzi rulante, deschiderile fiind dispuse cînd pe o direcție cînd pe cealaltă, cu înălțimi diferite, IPIMC a proiectat o fermă jug de 12,00 m, care susținînd acoperișul și grinzile de rulare, permite atît acoperirea integrală cu elemente tip, cît și folosirea grinzilor de rulare de 6,00 m de catalog, rezolvînd totodată și racordurile dintre diversele secțiuni ale halei.

O rezolvare asemănătoare a fost dată la fabrica de beton celular autoclavizat de la Craiova. La această investiție, hala principală de fabricație, avînd o formă mai regulată în plan decît cea de la Doicești, s-au proiectat pentru traveele de 12,00 m, ferme jug prefabricate care susțin acoperișul din ferme arc (proiect IPCT 2032) și grinzi de rulare de 12,00 m de catalog.

Ferma jug proiectată pentru Craiova a fost apoi folosită la peste 30 000 m^2 de hale industriale și depozite acoperite cu elemente tip.

Folosirea elementelor prefabricate tip T drept (proiect IPIMC 2491) a fost făcută pe scară largă în proiectele noastre, întrucît, pe lîngă avantajele generale, a permis realizarea unor construcții cu suprafețe foarte mari, fără scurgeri

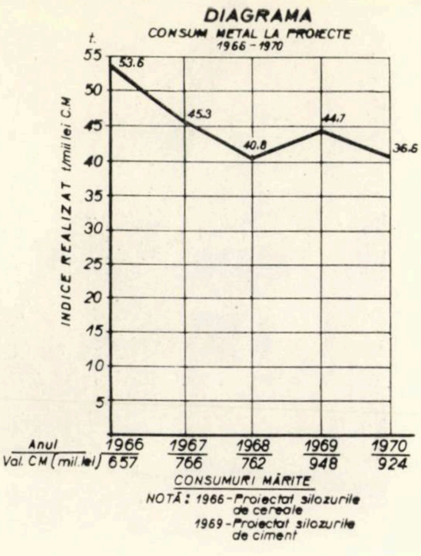


Fig. 2

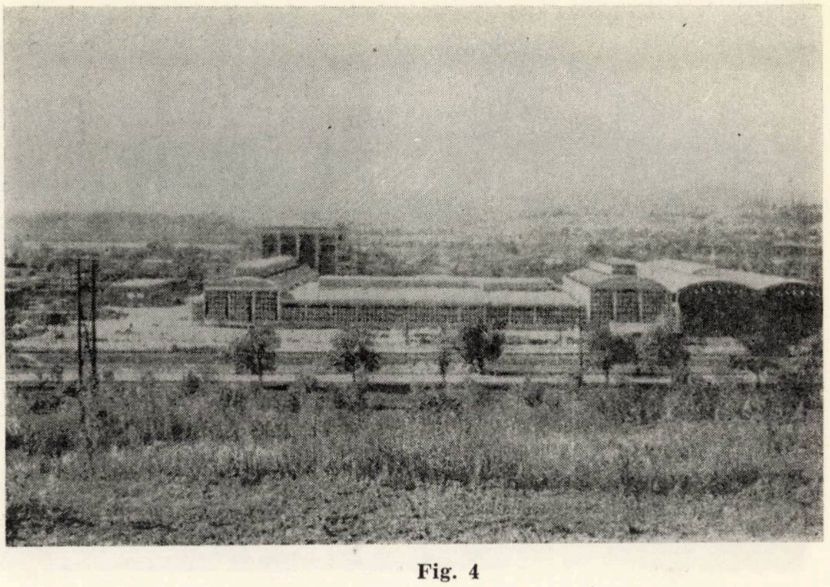


Fig. 4

interioare, asigurîndu-se și o bună iluminare (fig. 5).

Avantajele pe care le oferă grinzile tip T (proiect 2491) în ceea ce privește scurgerea apelor (în sensul că pot fi realizate pante continue pe mai multe deschideri și, de asemenea, permit racordarea relativ ușoară a halelor cu înălțimi diferite sau cu orientare perpendiculară a navelor) au fost folosite cu succes la realizarea multor zeci de mii de m^2 de hale (fabricile de prefabricate Buzău, Hunedoara, Oradea etc.).

Un exemplu caracteristic de astfel de rezolvare este hala Fabricii de confecții și aparataje din Alexandria, unde s-a acoperit o suprafață în plan de 120 m × 120 m (adică peste 14 000 m^2) fără nici o scurgere interioară, și cu iluminat natural pe toată suprafața (fig. 6).

Semnalăm în mod special ușurința cu care se pot prinde conductele tehnologice de acoperiș în cazul folosirii grinzilor T.

Proiectul 2066, cu ferme din panouri asamblate prin precomprimare, a fost aplicat, de asemenea, la numeroase construcții, aceasta fiind unica soluție pentru deschiderea de 24,00 m, sau pentru hale cu deschidere de 18,00 m cu transporturi suspendate importante.

Din prima categorie menționăm depozitul de nisip de la Fabrica de geamuri trase și speciale din Buzău (fig. 7), Fabrica de azbociment din Medgidia (fig. 8), Depozitul de materii prime pentru Combinatul de ceramică fină din Cluj etc.

Din a doua categorie menționăm hala principală a Întreprinderii „6 Martie" din Timișoara unde, datorită transporturilor suspendate, sarcinile au impus folosirea fermelor din proiectul IPCT 2066.

O categorie de rezolvări care a acoperit o gamă destul de întinsă de obiecte specifice industriei materialelor de construcții a fost reprezentată de

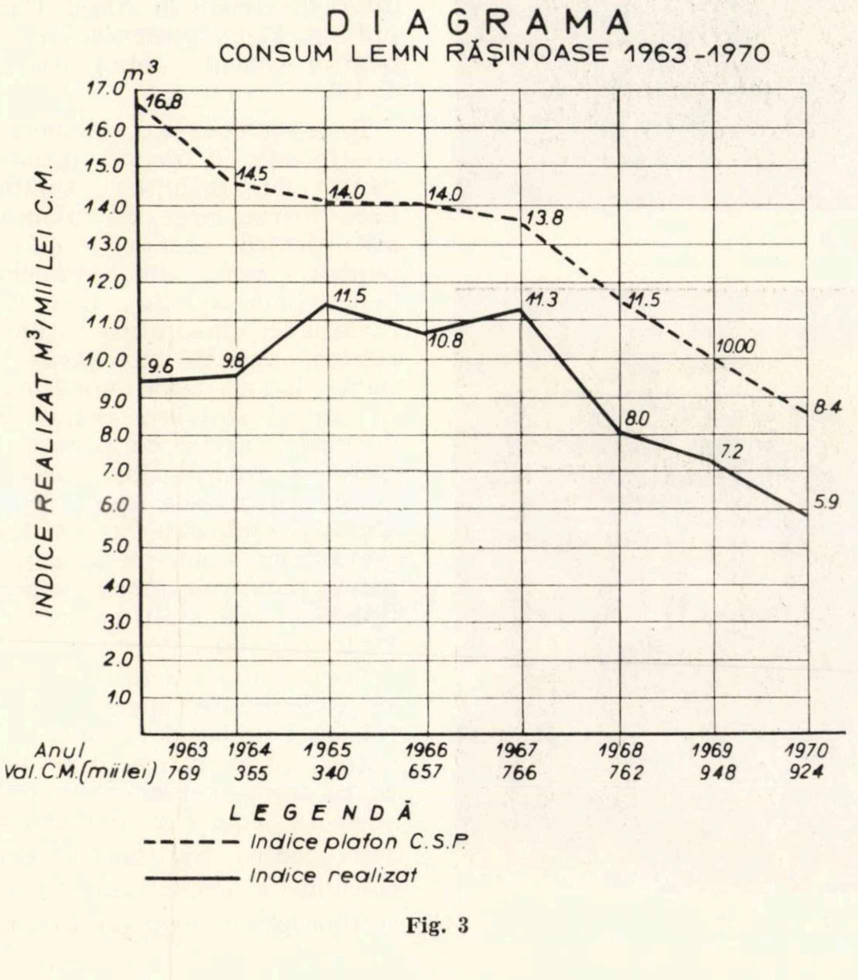


Fig. 3

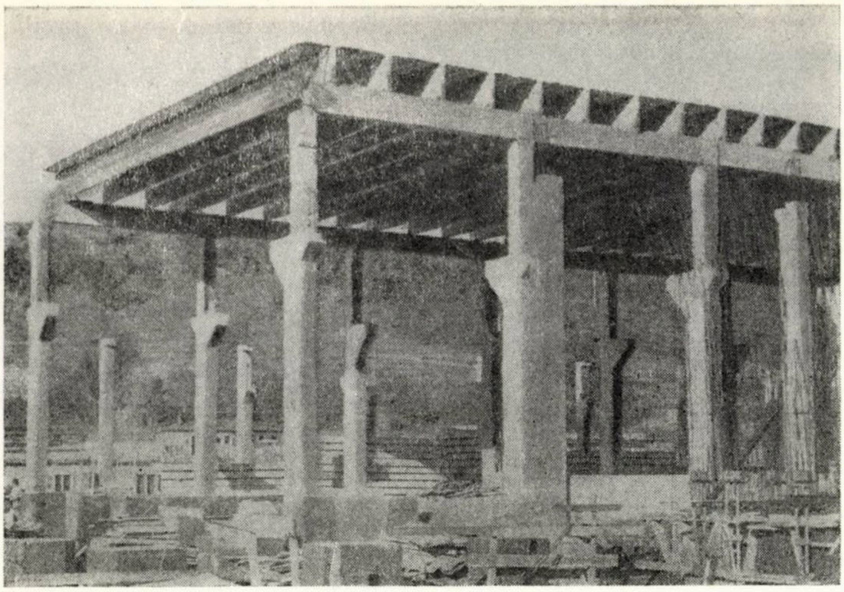


Fig. 5

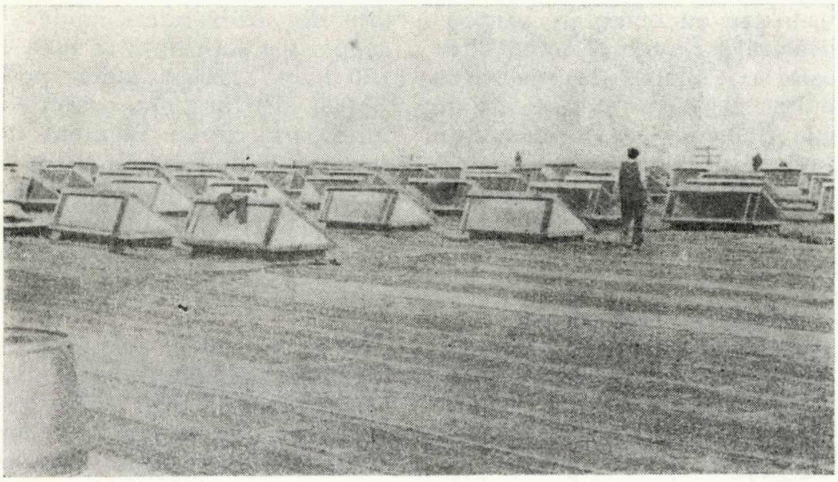


Fig. 6

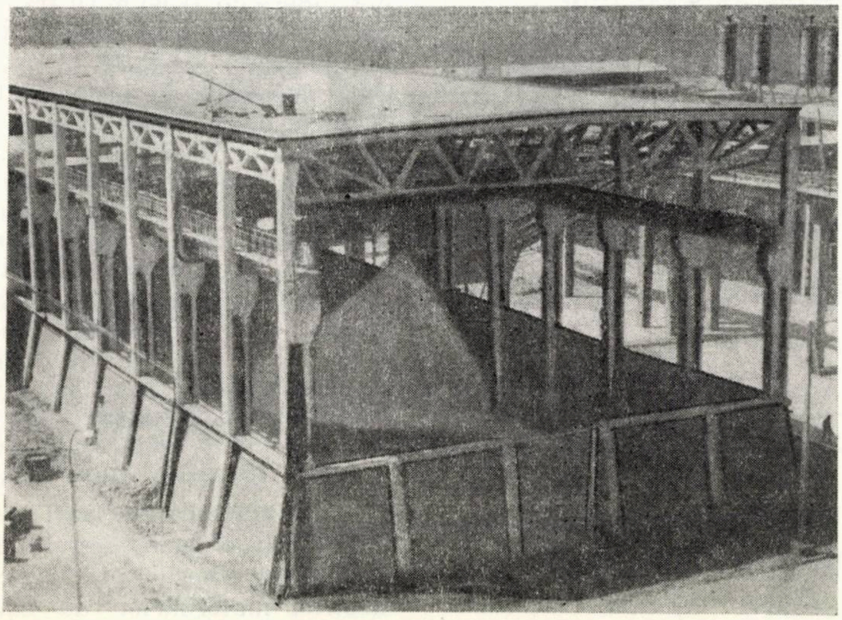


Fig. 7

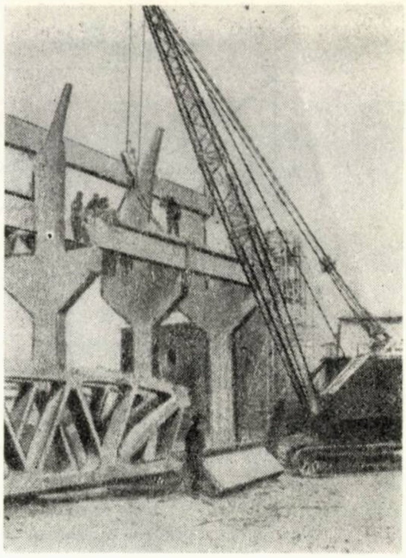


Fig. 8

folosirea elementelor prefabricate tipizate și în alte domenii decît acelea pentru care au fost inițial proiectate, extindere care a cerut adoptarea unor soluții constructive combinate. Este vorba în special de obiective industriale etajate, cu planșee suportînd sarcini utile variate, în general foarte mari (mori de ciment la Alejd, Cîmpulung, Fieni, însăcuire și expediție ciment etc.) (fig. 9 și 10).

În acest domeniu, elementele tipizate T drept (proiect 2491) au prilejuit soluționări foarte largi de planșee, atît pentru acoperiș, cît și pentru cele ale etajelor, beneficiindu-se de trei caracteristici favorabile : liniaritatea, variația ce poate fi dată lățimii tălpii superioare în cadrul aceluiași cofraj industrial, variație ce permite o gamă a capacităților portante între 360 și 990 kg/m^2 și în sfîrșit posibilitatea varierii lungimii elementului tot în același cofraj industrial, lucru ce multiplică și mai mult gama portanței (fig. 11).

O categorie aparte o formează construcțiile speciale unde folosirea proiectelor tip a constituit, de asemenea, o preluare în forme noi a valențelor acestora. Vom cita aici estacadele pentru transportul clincherului, al cimentului, al materiilor prime, care au fost re-

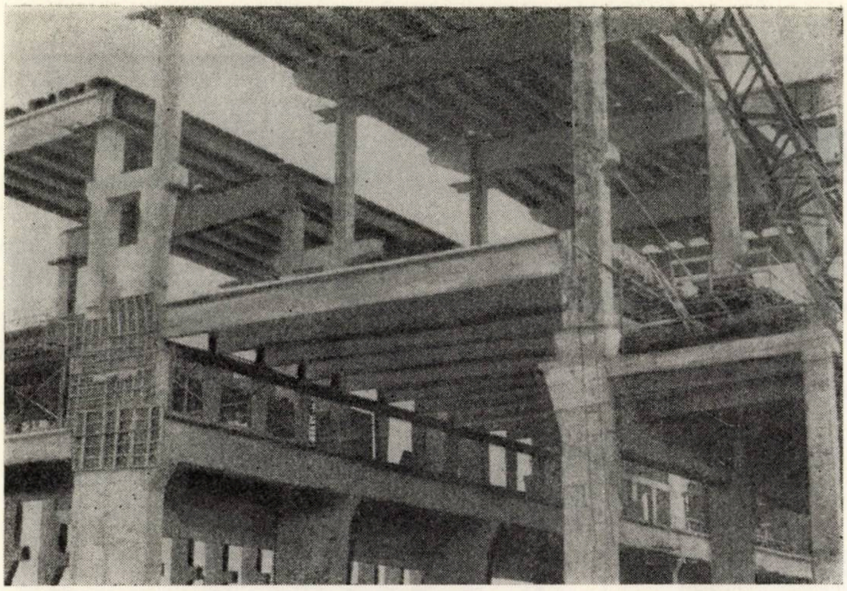


Fig. 9

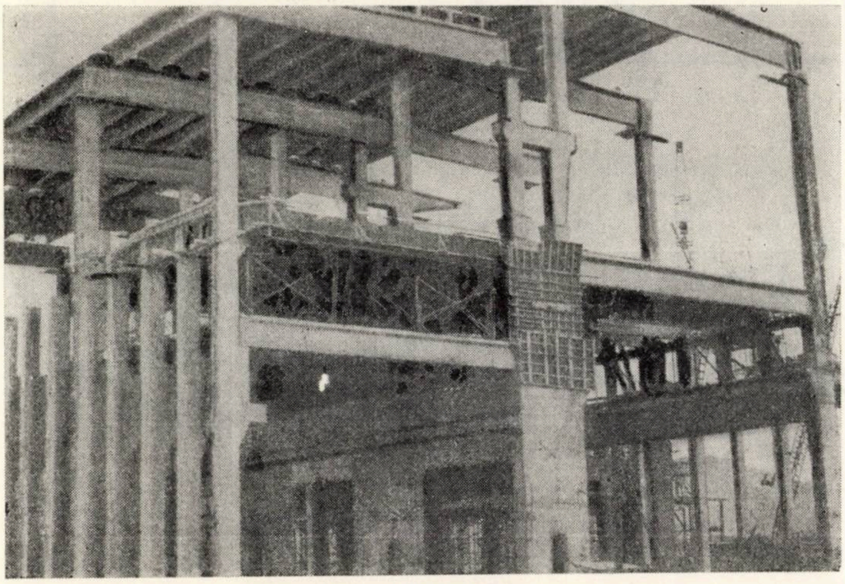


Fig. 10

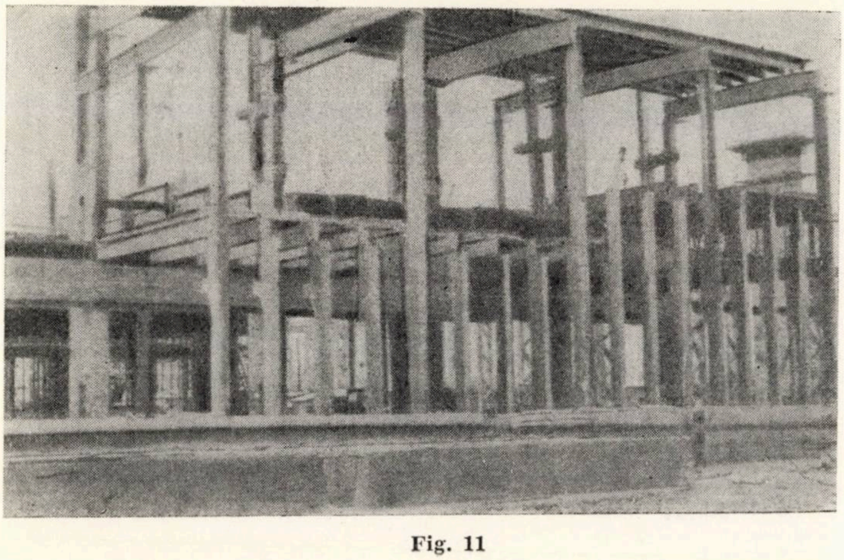


Fig. 11

alizate cu grinzi T precomprimate (proiectul tip 2491), asigurînd atît realizarea planșeului de circulație al estacadei, cît și acoperișul (fig. 12).

De remarcat că grinzile T au fost montate la pante ce depășesc 25%.

O situație specială a apărut în proiectarea fabricilor de ceramică brută pentru care a fost necesar să devansăm proiectul tip printr-o serie de secțiuni refolosibile de uz intern.

Specificul acestor fabrici de cărămizi, corpuri ceramice, țigle și cahle constă în :

- secții cu înălțimi și gabarite diferite, și
- zone care nu necesită încălzirea spațiului de lucru.

Aceste caracteristici, pe de o parte, și necesitatea dimensionării la strictul necesar a suprafețelor și volumelor construite, pe de altă parte, ne-au condus la soluția hală mulată pe procesul tehnologic, soluție ce s-a dovedit a fi cea mai economică (fig. 13).

Pornind de la aceste premise verificate, structura fabricilor de produse ceramice, complet prefabricată, este menită să susțină închideri în majoritate ușoare : plăci de azbociment ondulat la acoperișuri și pereți. Acoperișul este realizat pe grinzi de 9 ; 12 și 15 m deschidere și pane de beton armat de 6,00 m lungime.

Datorită soluționării monobloc, suprafața mare a acoperișului cu pante mari — corespunzătoare azbocimentului ondulat — a dus la dolii care, în condițiile acestui material de învelitoare, nu puteau fi tratate de o manieră clasică. S-a ajuns astfel la zone de tip șenou, larg realizate din chesoane de beton armat și învelitoare bituminoasă (fig. 14).

Aplicarea tipizării în realizarea investițiilor este, bineînțeles, susținută și de programul de întocmire de proiecte tip specifice industriei noastre. Acest program cuprinde, în perioada actuală, condensarea experienței tehnicii de construcție la un șir de obiective pentru care este asigurată, pe un interval de timp rațional, con-

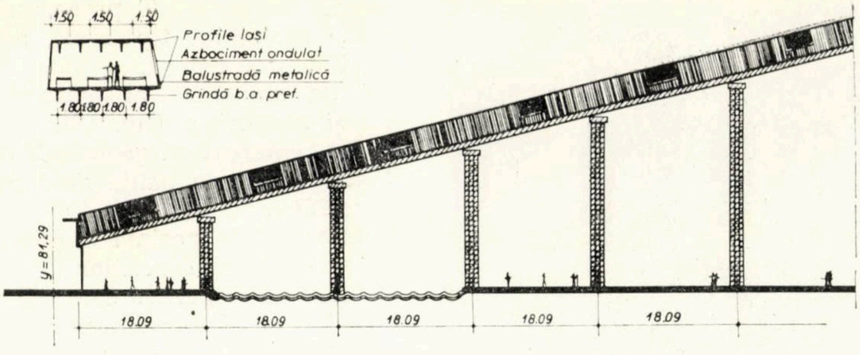


Fig. 12

Imaginea unui grup de astfel de silozuri, ridicate la fabrica de ciment de la Cîmpulung, este dată în fig. 16.

Alt obiectiv îl constituie turnul cicloanelor, tot din componența liniei tehnologice de ciment prin procedeul uscat, construcție de peste 60 m, unde tipizarea a optat pînă la urmă tot pe procedeul glisării, în condițiile de mari dificultăți, a

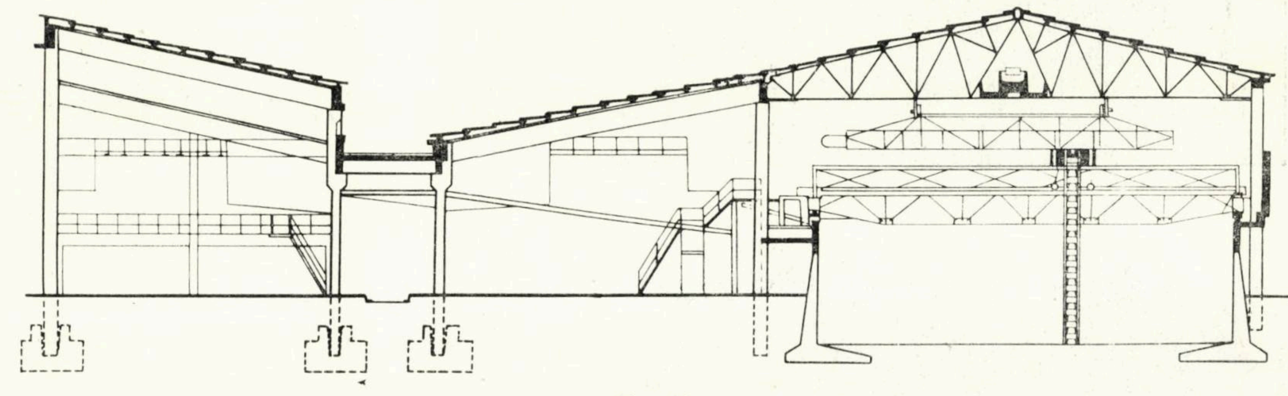


Fig. 13

stanța concepției tehnologice. În cazurile acestea, tipizarea reprezintă pînă la urmă reluarea la noile investiții a sintezei unor cunoașteri izvorîte din experiența multiplă a dezbaterii variantelor, a urmăririi desfășurării lucrărilor de șantier și a verificărilor de funcționalitate în procesul de producție.

Confruntarea cu realitățile șantierului, cu condiționările proprii constructorului a călăuzit tipizarea acestor obiective către procedee de maximă productivitate. Exemplificăm cele expuse cu două construcții în curs de tipizare, pentru care procedeul de turnare a betoanelor în cofraje glisante a căpătat rezolvări speciale ce au corespuns confruntărilor.

Silozul de făină de calcar cu înălțimea de 65 m este, de fapt, suprapunerea a două silozuri cu funcțiuni diferite, cu tot ce înseamnă problema planșeelor de fund pentru compartimentul etajat la diametrul de 16 m, în condițiile cofrajului glisant (fig. 15).

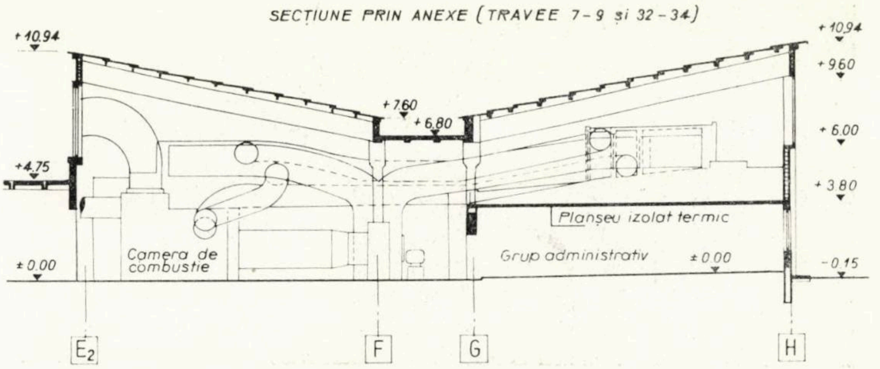


Fig. 14

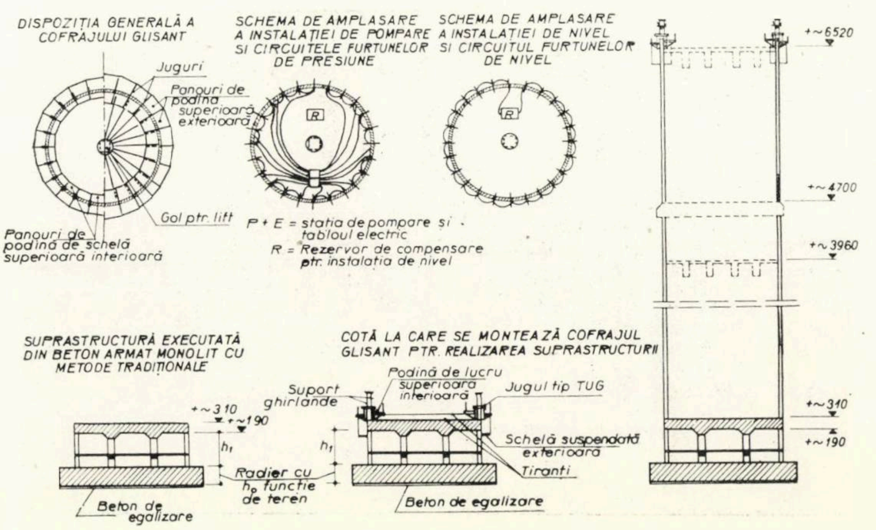


Fig. 15

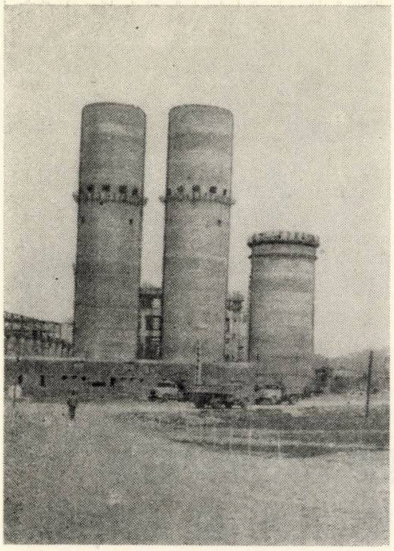


Fig. 16

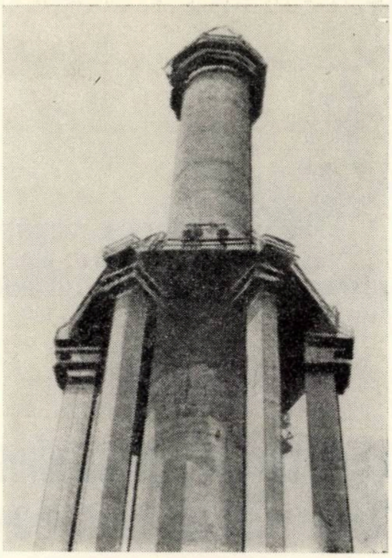


Fig. 17

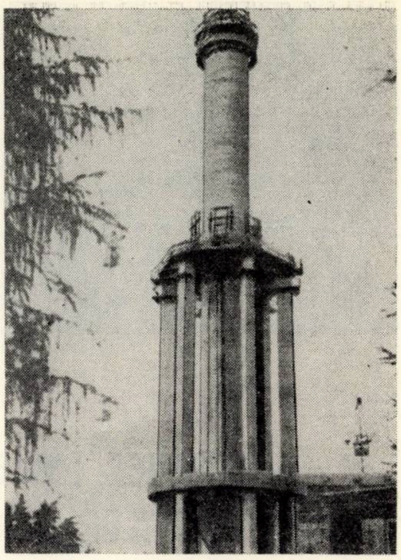


Fig. 18

unor planșee multiple încărcate cu utilaje de sute de tone.

Tipizarea a cuprins de fapt nu numai obiecte întregi, elemente sau detalii ; există și o tipizare, în sensul rezolvării sintetice a multitudinii de dispozitive și măsuri constructive proprii unui anumit procedeu. În institutul nostru procedeul glisării a căpătat o valorificare deosebit de diversificată în cadrul unei osaturi de detalii refolosite.

Exemplificăm cu imaginea coșului de fum de la Universitatea din Marburg (R.F.G.), totodată și castel de apă, unde, în proiectul IPIMC, procedeul de glisare a coșului propriuzis și a stîlpilor de susținere a castelului s-a combinat cu liftarea sincronizată a planșeului rezervorului (fig. 17 și 18).

Credem că în cele arătate mai sus am reușit să evidențiem eficiența proiectelor, secțiunilor și elementelor tipizate, precum și unele contribuții în acest domeniu ale proiectanților din institutul nostru.

Ținînd seama că sistemele industrializate de construcție, în special cele privind prefabricarea, au făcut proba unor avantaje tehnice și economice indiscutabile, apare necesitatea extinderii lor pentru ca, pînă în 1975, construcțiile astfel realizate să atingă un procent de 85-90% din total.

Este de datoria noastră să dăm dovadă de mai multă inițiativă pentru ca, împreună cu colegii noștri din celelalte institute, să contribuim la lărgirea gamei de sortimente și perfecționarea celor existente.

Trebuie grăbite rezolvările secțiunilor tip cu învelitoare din azbociment, după cum apare necesar să se găsească rezolvări mai suple pentru elementele de planșee în cazul halelor etajate.

Paralel cu prefabricarea elementelor structurii va trebui să se dezvolte mai departe tipizarea și prefabricarea elementelor de închidere și despărțitoare, dar mai cu seamă cele ale numeroaselor construcții tehnologice, care, de multe ori, au un volum înzecit, pentru ca activitatea de șantier să devină tot mai mult o activitate de montaj, cu toate avantajele evidente ce decurg din eliminarea procedeelor tradiționale, mari consumatoare de timp și manoperă.

Ing. şef **MIRCEA VERNESCU**, ing. **NICOLAIE ALBU**, ing. **MIHAI SCORŢESCU**, arh. **GICU POPESCU**
I.P.C.M.

UTILIZAREA PROIECTELOR TIP ŞI REFOLOSIBILE LA PROIECTAREA CONSTRUCŢIILOR INDUSTRIALE DIN RAMURA CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI

Creşterea continuă a investiţiilor în ramura construcţiilor de maşini, legată nemijlocit de necesitatea industrializării procesului de execuţie a lucrărilor de construcţii-montaj, face necesară analizarea condiţiilor de ordin static, constructiv şi tehnologic în baza cărora se pot obţine construcţii raţionale din punct de vedere al siguranţei în exploatare şi al eficacităţii tehnologice.

Privită în ansamblu, activitatea de proiectare construcţii-montaj în domeniul construcţiei de maşini, în perioada 1968-1970, s-a axat pe soluţii care se bazează pe experienţa dobîndită în realizarea unităţilor industriale, pe analiza critică a unor lucrări, studierea documentaţiilor obţinute din ţară şi străinătate, cît şi pe rezultatele obţinute în activitatea de cercetare.

Obiectivele de bază au fost : reducerea costului şi a consumului de materiale deficitare, scurtarea duratei de execuţie, îmbunătăţirea calităţii, creşterea productivităţii muncii pe şantiere.

Această perioadă s-a caracterizat în mare măsură prin extinderea concepţiei comasării mai multor activităţi tehnologice distincte în hale monobloc, uşor adaptabile transformărilor şi modernizărilor în timp a proceselor tehnologice.

Soluţiile constructive adoptate au permis industrializarea execuţiei lucrărilor prin folosirea de proiecte tip, dezvoltarea utilizării prefabricatelor de beton armat de serie, introducerea tehnologiei avansate de montaj (fig. 1).

Proiectele tip şi refolosibile elaborate de I.P.C., I.P.C.M. sau alte institute de proiectare au fost selecţionate sub raportul specificului ramurii construcţiilor de maşini, obţinîndu-se un număr de aprox. 500 documentaţii susceptibile a fi refolosite.

Totalitatea acestor documentaţii cu caracter de refolosire se referă la :

— hale industriale, magazii, depozite ;

— clădiri şi construcţii auxiliare ;

— elemente de construcţii industriale ;

— rezervoare şi castele de apă ;

— lucrări de organizare şantier ;

– cataloage de subansambluri de arhitectură, structuri şi instalaţii ;

— învăţămînt profesional (ateliere şcoală) ;

— mobilier tehnologic.

Aceste documentaţii refolosibile au reprezentat, în proiectele elaborate de I.P.C.M. în 1970, o valoare de investiţii de 31% din valoarea totală de construcţii-montaj.

În ceea ce priveşte modul în care au fost aplicate proiectele tip în I.P.C.M. putem face următoarele precizări :

A. Utilizarea elementelor de beton armat prefabricat tip s-a extins la maximum, astfel :

- totalitatea acoperişurilor la halele industriale proiectate s-a realizat pe bază de chesoane prefabricate tip, indiferent dacă structurile de rezistenţă ale acoperişului au fost din beton armat sau metal (fig. 2) ;
- majoritatea halelor cu deschideri de 18 m sau mai mici şi travee de 6 m s-a executat integral cu structura acoperişului din prefabricate tip ;
- totalitatea grinzilor de rulare pentru hale cu travee de 6 m s-a executat de asemenea din elemente tip de beton armat prefabricat ;
- în ceea ce priveşte stîlpii halelor industriale, menţionăm că nu este posibilă o tipizare a acestora datorită variaţiei prea mari de înălţime, sarcini, (poduri rulante etc.), neexistînd nici proiecte tip decît pentru hale fără poduri rulante. Cu toate acestea, detaliile caracteristice ale acestor elemente s-au refolosit continuu în cadrul I.P.C.M., soluţia pentru

stîlpi fiind din elemente prefabricate (fig. 3) ;

- închiderile halelor industriale s-au realizat frecvent pe bază de elemente tip, I.P.C.M. proiectînd închideri de hale industriale pe bază de elemente prefabricate.

B. Proiecte tip I.P.C. s-au aplicat în toate cazurile în care utilizarea lor a fost rațională din punct de vedere tehnologic, renunțîndu-se în nenumărate cazuri la soluții unicate chiar dacă ar fi dus, eventual, la unele economii de importanță mai mică. Astfel :

- structurile halelor de 18 m deschidere și 12 m travee, fără mijloace de transport suspendate, cu izolație termică ușoară, s-au realizat în totalitate pe bază de proiecte tip ;
- totalitatea școlilor profesionale s-au realizat pe baza proiectelor tip (cămine, școli, cantine, săli de gimnastică etc.).
- totalitatea construcțiilor auxiliare și a instalațiilor de

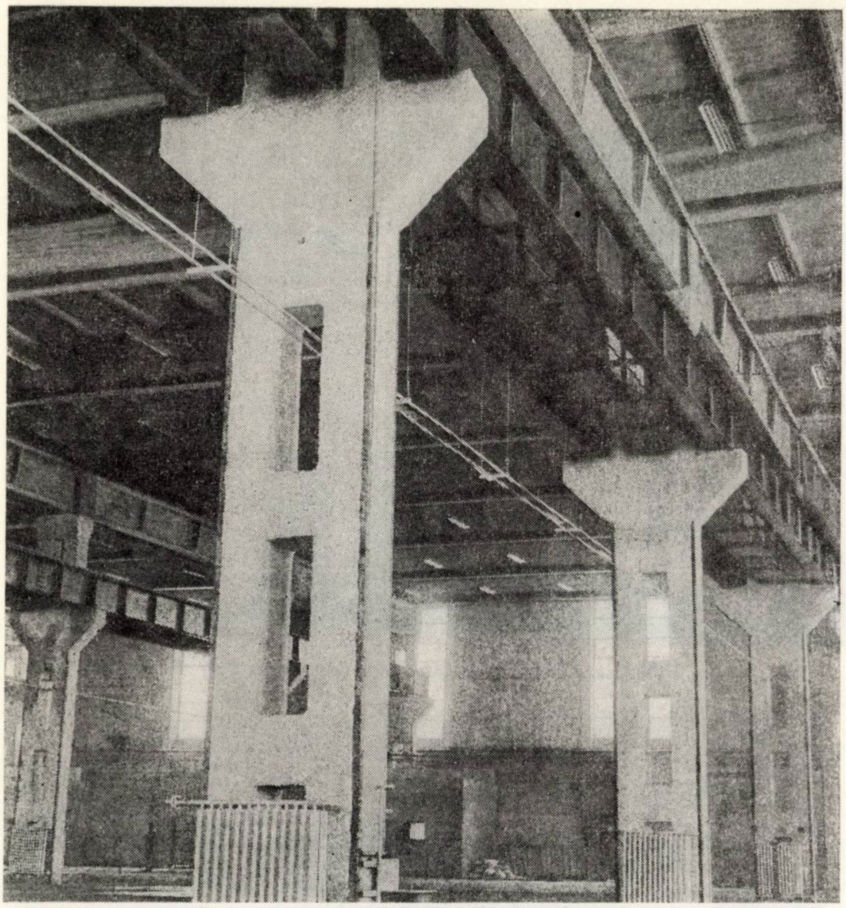


Fig. 1. — Structură constructivă integral prefabricată (U.M.G.B. Magazia centrală)

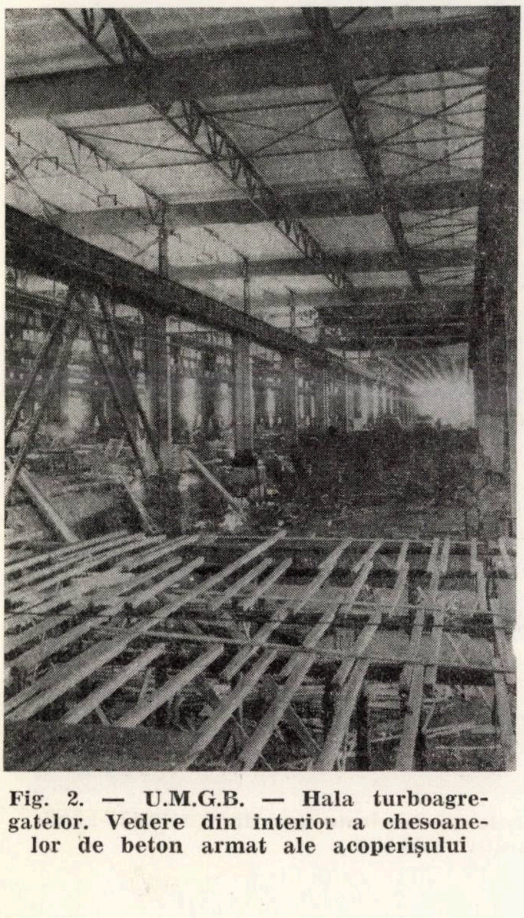


Fig. 2. — U.M.G.B. — Hala turboagregatelor. Vedere din interior a chesoanelor de beton armat ale acoperișului

Fig. 3. — Stîlpi din beton armat prefabricat. (Uzina de pompe București — hala turnătorie)

anumite tipuri distincte s-a executat pe bază de proiecte tip și refolosibile (castele de apă, turnuri de răcire, rezervoare de apă subterane etc.) (fig. 4) ;

- unele construcții auxiliare din incintele industriale, susceptibile reutilizării, au fost proiectate în acest sens de I.P.C.M. (depozite de oxigen, carbid, stații acetilenă, magazii de lacuri și vopsele etc.).

C. În afara acțiunii de folosire a proiectelor tip, I.P.C.M. a urmărit unificarea soluțiilor proiectate prin refolosirea unor soluții și proiecte la obiecte diferite :

- structurile halelor cu deschideri de 30 m au fost proiectate de I.P.C.M. pentru a face posibilă reutilizarea lor ;
- în mod analog, structurile halelor de 24 m × 12 m, utilizînd elemente de suprafață prefabricate de 12 m lungime.

Proiectarea complexă a unităților industriale din ramura construcțiilor de mașini constituie, în cea mai mare parte, o activitate de proiectare specifică.

Structurile construcțiilor, cît și utilajele și instalațiile respective sînt dictate de caracteristicile tehnologice ale proceselor de fabricație, înregistrîndu-se o varietate foarte mare de parametri constructivi.

În I.P.C.M. s-au proiectat atît hale fără mijloace de ridicat, cu înălțimi de 5...6 m la talpa fermei, cît și hale cu poduri rulante de 300 tone capacitate de ridicare, cu înălțimi mai mari de 30 m. Chiar în cadrul aceleiași subramuri industriale care cere în general hale cu parametri apropiați, condițiile de plan general, geo și seismice locale, cît și dispoziția de ansamblu a uzinei implică variații foarte mari ale formei de plan și ale parametrilor geometrici ai halei.

Tendința continuă, în activitatea de proiectare a I.P.C.M., a fost reutilizarea integrală a proiectelor halelor, în cazul cînd din aceasta rezultau avantaje tehnico-economice.

Diversificarea parametrilor geometrici ai unor hale cu

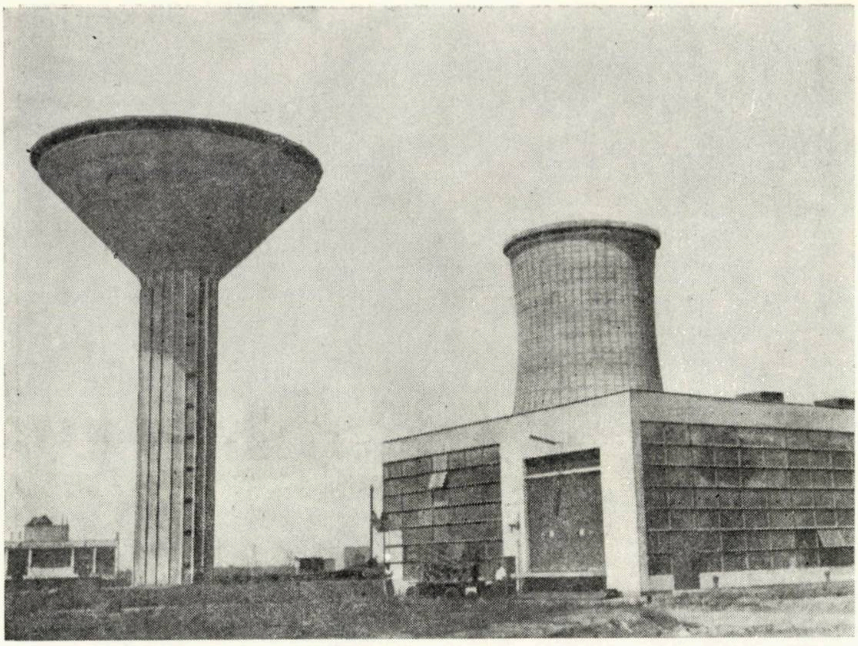


Fig. 4. — U.M.G.B. — Ansamblu turn de răcire și castel de apă

Fig. 5. — Fațade din elemente prefabricate (pavilion tehnico-administrativ U.M.G.B.)

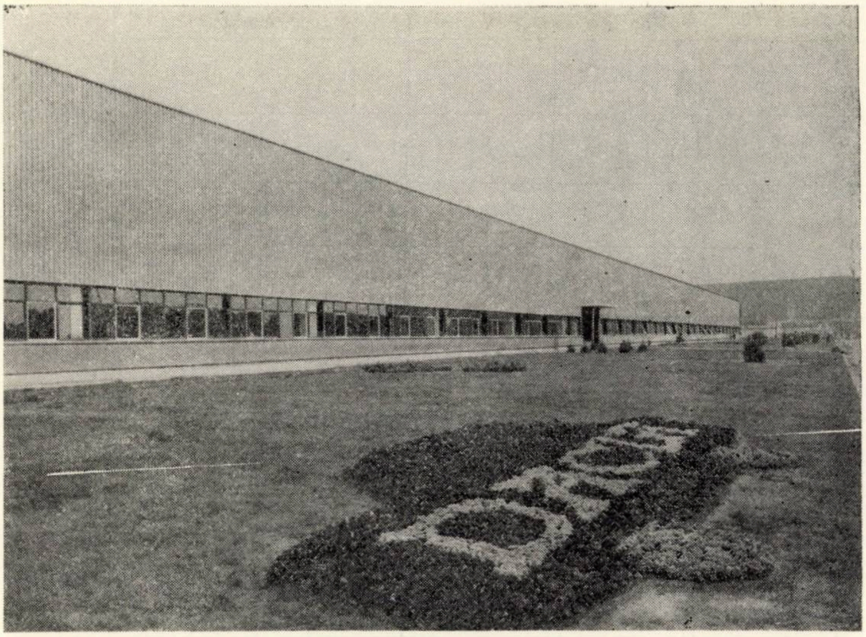


Fig. 6. — Elemente de închidere metalice Robertson. (Uzina autoturisme Pitești)

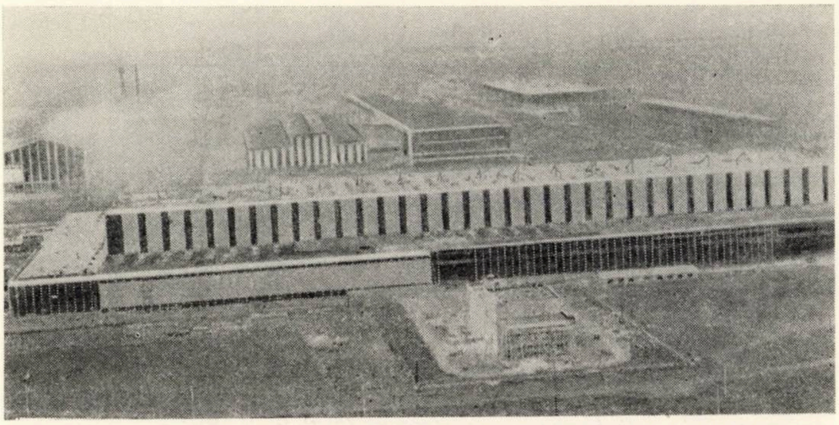


Fig. 7. — Elemente de închidere Isowand (U.M.G.B. — hala turboagregatelor)

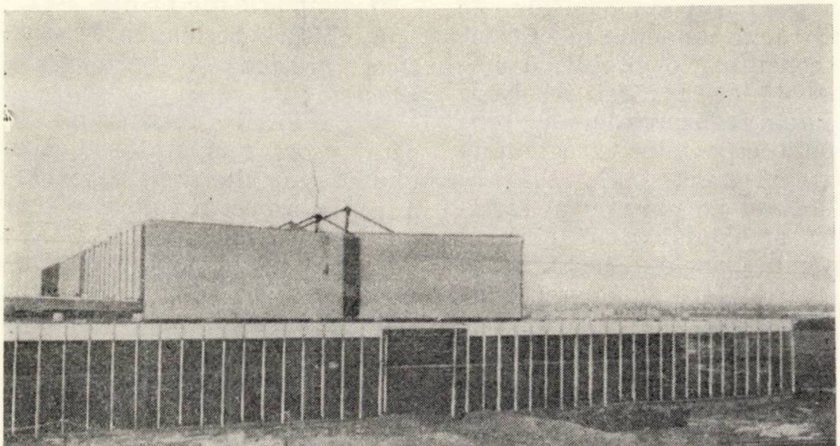


Fig. 8. — U.M.G.B. — hala turboagregatelor. Detaliu perete

funcțiuni similare este accentuată și de existența directivelor privitoare la dimensionarea strictă a halelor ca înălțimi și deschideri și reducerea la minimum a consumului de materiale deficitare, ceea duce la extinderea gamei de sortimente pentru a se crea posibilitatea unificării elementelor.

Datorită celor arătate mai sus, I.P.C.M. în colaborare cu I.P.C. inițiază studierea posibilității de alcătuire a unui sistem de hale industriale tipizate pentru construcția de mașini, aplicabile în toate cazurile în care activitățile tehnologice nu impun compuneri speciale ale construcțiilor și instalațiilor.

Pentru ca să existe posibilitatea refolosirii proiectelor la diverse hale cu suprafețe corespunzătoare dimensionărilor tehnologice este necesar ca aceste hale tipizate să fie realizabile prin compunere de corpuri (volume) tipizate. Corpurile care trebuie delimitate rațional (de ex. prin distanța de insuflare pentru ventilație etc...) vor putea fi grupate (multiplicate) pînă la atingerea suprafețelor necesare diverselor obiecte industriale.

Pentru a se putea asambla, proiectele corpurilor tipizate de hale vor trebui să cuprindă toate instalațiile și deservirile generale.

Un astfel de sistem de hale tipizate, ce ar urma să se compună din corpuri asamblabile (baukastensistem), constituie la noi, după cunoștințele noastre, o tratare mai nouă, înrudită proiectării de mașini.

Rezolvarea poate duce la unele soluții de principiu noi, ca de exemplu plasarea centralelor de încălzire și ventilație pe acoperiș, cu influențele respective asupra structurii de rezistență și a învelitorii.

Proiectanții I.P.C.M. caută soluții tehnice pentru realizarea unor centrale de încălzire și ventilație compacte și ușoare care să poată fi amplasate pe elementele curente ale șarpanților la halele industriale.

MATERIAL	U. M.	Realizat			Normat	
	mil. lei C + M	1968	1969	1970	1971	1972
Ciment	tone	117,8	110,4	107,5	104,5	103,8
Lemn	m^3	8,36	7,23	6,06	5,90	5,20
Oțel	tone	66,80	58,10	52,30	30,21	29,05

Denumire	UM	Realizat			Normat	
		1968	1969	1970	1971	1972
Valori investiții totale C+M	mil. lei mil. lei	3167 1367	3423 1463	5018 2027	5500 2050	6300 2100
Pondere C+M val. investiții	%	43,2	42,7	40,4	37,3	33,3
tipizări și ref. din val. C+M	%	9,1	15	31,3	33	35
ore proiectare pentru milionul lei investiții	ore	35,7	32,7	29,4	29,3	29
ore proiectare pentru milionul lei C+M	ore	15,4	13,7	11,8	11,3	11,1

O primă încercare o constituie proiectul recent întocmit pentru hala de utilaj terasier de la Buzău. Dificultatea constă în faptul că utilajele ce se produc curent în țară au greutate mare (ventilatoare, filtre, baterii de încălzire).

Este de dorit ca în viitorul apropiat acestea să fie revizuite de producători pentru reducerea greutății lor și îmbunătățirea caracteristicilor tehnice.

Desigur că tipizarea și refolosirea vor trebui să fie extinse și în continuare, revizuindu-se în același timp și detaliile elaborate în vederea îmbunătățirii acestora prin reducerea materialelor deficitare (lemn, ciment, metal) și prin introducerea unor materiale eficiente (fig. 5).

Problema economiei materialelor deficitare, deci și reducerea valorii de investiții construcții-montaj este strîns legată de producția unor sortimente de materiale eficiente.

În această privință, cu toate progresele importante înregistrate pe această linie în ultimii ani, producția materialelor de construcție moderne și eficiente constituie o problemă importantă de a cărei rezolvare depinde realizarea unor construcții economice cu greutate proprie redusă.

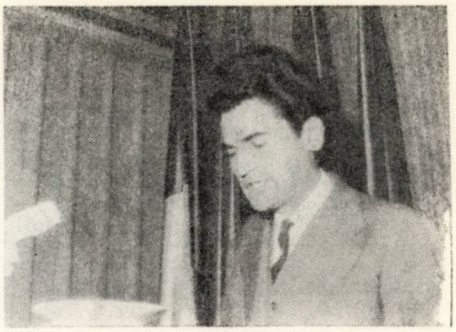
Ordinul de mărime al sarcinilor actualului plan cincinal privind uzinele constructoare de mașini face să devină acută, după părerea noastră, necesitatea fabricării în țară a acestor materiale eficiente, ca de exemplu :

- elemente sandviș de acoperiș și închidere cu izolații termice ușoare de tip *Luxafor* — Hunter Douglas, *Isowand* — Hoesch sau *Trisoment* — Robertson sau similare, inclusiv materialele de prindere și etanșare (fig. 6, 7, 8) ;
- cupolete și foi ondulate din polistiren armate cu fibre de sticlă ;
- tîmplărie din profile PVC ;
- chituri permanente elastice, precum și permanente plastice ;
- pardoseli rezistente la uzură, șoc, temperatură, acizi, uleiuri sau alte substanțe chimice, cu aspect și colorit plăcut de tipul *Fama Famin* (R.F.G.) ; *Vinaz* (R.F.S.I.) ; *Solmetal, Durisol* etc.

În tabelele de mai sus sînt prezentate :

- dinamica consumurilor de materiale deficitare raportate la valoarea C+M ;
- ponderea (C + M) și efortul specific de proiectare în comparație cu utilizarea proiectelor tip și refolosibile.

TIPIZAREA ȘI EFECTELE EI ÎN PROIECTAREA ȘI REALIZAREA INVESTIȚIILOR ÎN INDUSTRIA UȘOARĂ



Ing. MIRON MASARIU
ing. MIRCEA STANCU
I.P.I.U.

Activitatea de proiectare a cunoscut o evoluție accelerată, determinată de dinamica dezvoltării economiei naționale ; un loc de seamă în această evoluție îl ocupă activitatea de tipizare și de folosire a proiectelor tip.

Tipizarea nu este un curent întîmplător sau o modă, ci o necesitate stringentă născută din nevoia de a proiecta cît mai mult, cît mai bine și a executa cît mai rapid și mai ieftin. Profesorul Hanganu spunea că o construcție se face cum s-au mai făcut altele înainte. Mergînd așa, din aproape în aproape, se ajunge firește la refolosiri, la proiecte directive și la proiecte tip. E o evoluție firească, ale cărei roade sînt imediate și concrete. Efectele acestei evoluții în industria ușoară s-au făcut simțite prin aceea că s-a putut face față creșterii ascendente a volumului investițiilor industriei ușoare, de la cca 1 200 milioane în 1950-1955, la cca 11 900 milioane în cincinalul 1966—1970, gradul de utilizare a proiectelor tip ajungînd, în anul 1970, la 31% din totalul C + M.

Pentru a se putea înțelege aceste efecte, considerăm necesar ca ele să fie prezentate și dintr-un punct de vedere evolutiv, sub diferitele aspecte ce se prezintă astfel :

În proiectare, începînd de la planul general, în care se regăsesc toate funcțiile necesare unei investiții, ideea de bază, acum 20 de ani, era cea pavilionară și a zonificării funcțiilor (administrativ-sociale, de producție, magazii-depozite și auxiliare), care se regăseau fiecare în cîte unul sau mai multe corpuri de clădiri izolate și separate. În acele condiții s-au realizat unele proiecte tip pentru pavilioane administrative, magazii-depozite, ateliere, case de pompe etc.

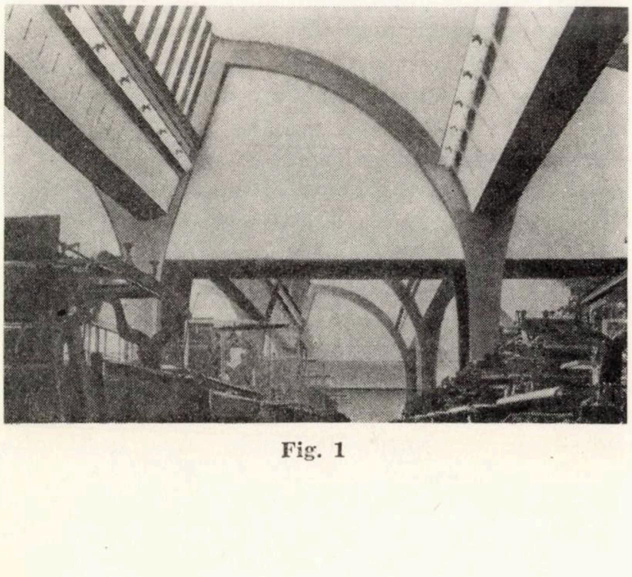


Fig. 1

În ceea ce privește partea de producție, s-au încercat unele tipizări pe linie de proiectare numai, și anume pentru structurile în ședuri necesare în industria textilă. Aici tipizarea a însemnat în primul rînd modularea deschiderii și traveelor. Lucrul nu a fost ușor pentru că se încetățenise concepția că nu este posibil, dar după mai multe tatonări de celule de 7,5 × 15 ; 8,30 × 18 ; 7,50 × 21, s-a ajuns la concluzia că celula de 7,5× 18 e cea care corespunde cel mai bine tuturor nevoilor. Această celulă a fost tipizată ca soluție de șed-monolit (fig. 1), pentru care s-au proiectat și realizat și cofraje metalice mobile. Ea a fost soluția cincinalului 1960—1965, prin care s-au realizat investiții ca Fabrica de stofe de mobilă, Filatura de lînă Constanța ș. a.

În ceea ce privește corpurile auxiliare, s-au întocmit și pentru ele unele proiecte refolosibile (sau chiar tip, pentru magazii), dar nici una nu a putut dăinui prea mult, pentru că în concepțiile noi de plan general ele nu-și mai găseau locul. Astfel, în cincinalul următor s-a trecut la concentrarea funcțiunilor în construcții monobloc, unde, în general, pe latura dinspre fațadă sînt concentrate funcții social-administrative, pe una din laturi magazii și depozite, pe alta ateliere, iar o latură păstrată pentru extindere, în centru fiind de regulă funcțiile de producție propriu-zise.

Legat de această nouă concepție de plan general, care avea avantaje nete privind economia de teren, scurtarea distanțelor de circulație între diferitele funcțiuni etc., au trebuit să se elaboreze și noi soluții constructive.

O dată cu aceasta s-a schimbat la noi și concepția privind construcțiile de tip fără ferestre care au venit să înlocuiască, aproape în totalitate, construcțiile de tip șed cu lumină orientate spre nord. Dar marele avantaj al construc-

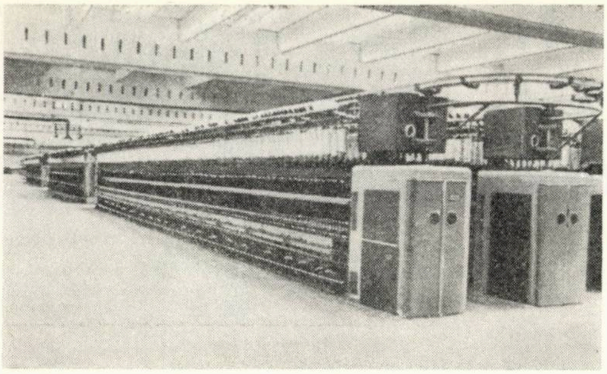


Fig. 2

țiilor fără ferestre a fost posibilitatea lor de prefabricare.

Prin sistemul de grindă-canal prefabricată care a fost adoptat (fig. 2, 3 și 4), prin tipizare și industrializarea acestui sistem, s-a ajuns ca să se reducă la jumătate timpul de execuție, iar numărul de muncitori să fie redus la o treime față de construcția de aceeași suprafață în șed monolit, cu cofraj glisant.

În cincinalul 1966—1970 în industria ușoară s-au realizat cca 320 000 m^2 hale, utilizîndu-se structura cu grindă canal.

Tipizarea nu s-a extins ușor în industria ușoară. Dificultățile au provenit din faptul că majoritatea ramurilor acestei industrii cereau lumină orientată dinspre nord și o anumită condiționare climatologică a atmosferei din corpurile de fabricație, ca de exemplu pentru filaturi și țesătorii de bumbac, lînă, mătase etc. Chiar pentru fabricile de confecții-tricotaje se impun condiții de climatizare, în caz contrar calitatea produsului executat fiind necorespunzătoare. Afară de aceasta, ramura tăbăcăriei, deși nu cere climatizare, impune o minuțioasă apărare a construcției contra ciupercilor care se dezvoltă în toate colțurile. S-au realizat secții de tăbăcării în sisteme prefabricate vechi, cu arce și chesoane, la *Flacăra Roșie* din București, dar efectul a fost nesatisfăcător, toată hala umplîndu-se de ciuperci care macină construcția (și necesită o întreținere foarte costisitoare pentru a nu fi distrusă).

După multe încercări de proiectare sau chiar în execuție s-a ajuns, și în domeniul tăbăcăriilor și al fabricilor de cauciuc, la o tipizare a halelor de fabricație în structuri tipizate, industrializate, cu elemente de catalog, care prin adoptarea unor soluții de spălare a construcției cu jet de aer uscat, o protejează de ciuperci și bacterii și constituie un sistem adecvat și pentru această ramură a industriei ușoare. Astfel, s-au executat hale de producție în suprafață de cca 170 000 m^2.

O altă ramură, ale cărei investiții au trebuit să fie rezolvate pe calea tipizării, a fost și ramura de tricotaje-confecții. Pentru aceasta s-au creat construcții prefabricate parter plus etaj (fig. 5), cu planșee alcătuite din elemente TT, care, închise, servesc și pentru conducerea sau absorbția aerului climatizat în hala de fabricație, realizîndu-se pînă acum cca 50 000 m^2.

În alte ramuri de fabricație, ca de exemplu pentru unele secții de fabricație de sticlă sau

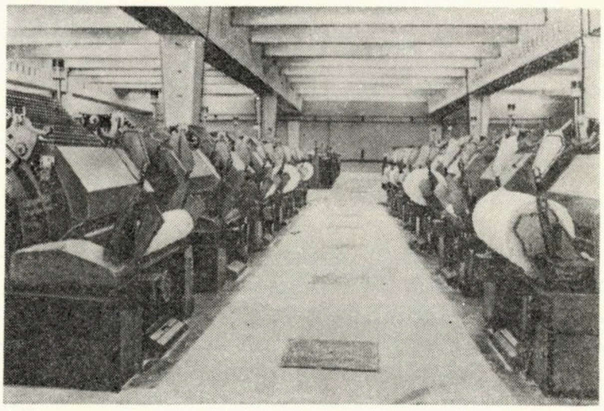


Fig. 3

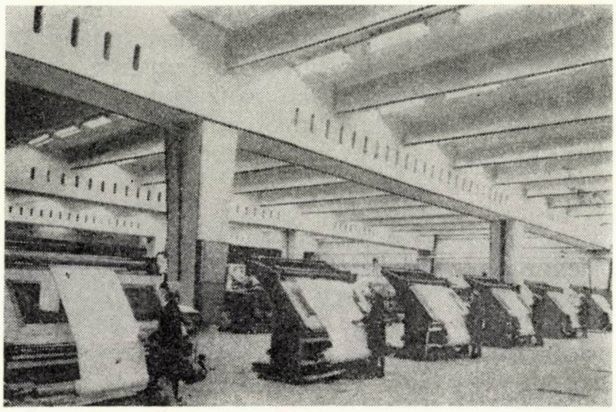


Fig. 4

ceramică fină, faianță, s-au putut folosi, prin combinație, diferite structuri tipizate pe plan republican și industrializate ca atare, fapt care a ușurat foarte mult, atît proiectarea construcțiilor, cît și execuția lor.

Mai sînt de menționat unele aspecte ale tipizării în industria ușoară.

În primul rînd, tipizarea înseamnă și asigurarea repetabilității soluției de un număr de ori. Este cazul să accentuăm faptul că în industria ușoară nu a putut fi tipizată o întreprindere în totalitate, pentru a fi utilizată ca atare.

În planul nostru de investiții, deși figurează mai multe filaturi de bumbac de 4000 t fire/an, aceste fire, fie că sînt numai de bumbac de un anumit număr metric, fie că sînt în amestec cu celofibră sau poliesteri în anumite procente, necesită suprafețe de fabricație și anexe diverse de la simplu la dublu. Așa încît, din

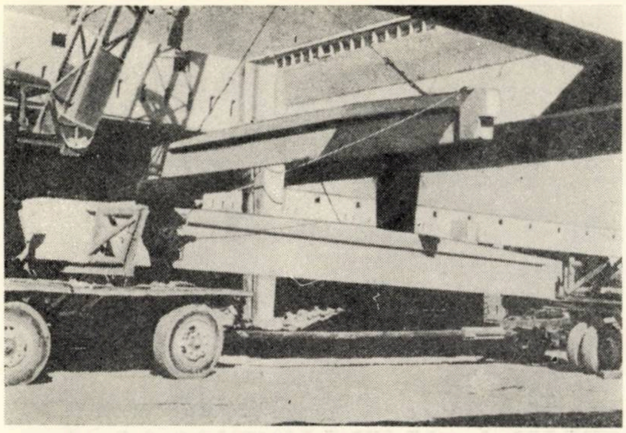


Fig. 5

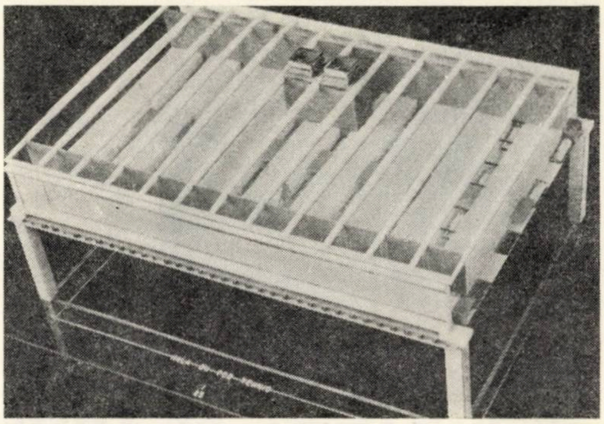


Fig. 6

acest punct de vedere, nu s-a reușit tipizarea lor integrală.

Lucrul se repetă și cu alte întreprinderi.

Ceea ce s-a reușit însă, așa cum s-a arătat mai sus, a fost tipizarea celulelor componente ale construcției, fie specifice industriei ușoare, ca de exemplu pentru filaturi, țesătorii, finisaje, tăbăcării, tricotaje, confecții etc., fie folosind celule tip sau elemente tip prefabricate industrial pe plan republican, ca de exemplu pentru unele secții ale fabricilor de sticlă, porțelan, magazii, ateliere etc.

Trebuie să menționăm că tipizarea pe scară largă în industria ușoară nu a putut fi realizată decît o dată cu introducerea de materiale noi și procedee noi de construcție. Astfel, nu am realizat grinda-canal decît cînd am dispus de oțel superior pentru postcomprimare, nu s-au făcut structuri de tăbăcării decît cînd am avut grinzi cu fire aderente și fîșii cu goluri de 3 m, nu am făcut fabrici prefabricate de tricotaje și confecții decît cînd am realizat elemente TT, și așa mai departe.

La un moment dat noi am tipizat ședul curb de 7,5 × 18 m, dar aceasta a ușurat numai proiectarea. Cu materiale noi și cu posibilitățile noi de prefabricare pe scară industrială s-a ușurat și proiectarea și execuția. Proiectării i s-au pus la dispoziție concepția și rezolvarea statică, iar execuției industrializarea, reducîndu-se numărul de muncitori de pe șantiere la mai puțin de jumătate.

Un alt domeniu în care tipizarea a avut efecte pozitive în cadrul industriei ușoare a fost realizarea de proiecte tip pentru obiecte ale planului general sau părți de obiecte precum centrale termice tip, echipate cu cazane CR 9 și CR 10, prin realizarea unor proiecte tip de centrale echipate cu cîte 2 și 4 din tipurile de cazan menționate.

De asemenea, s-au tipizat ateliere de întreținere necesare investițiilor M.I.U., folosind elemente tip republicane (două tipuri de ateliere care acoperă în mare parte gama necesară). Iar ca un element cu totul specific industriei ușoare, s-au tipizat centralele de condiționare a aerului pentru 100—200 și 300 mii m^3/h, spre a fi folosite la alcătuirea întreprinderilor textile.

Pentru subansambluri și detalii s-au elaborat cataloage de pardoseli în industria ușoară, mobilier tehnologic, tîmplărie metalică din tablă ambutisată, detalii pentru uzina de condiționare și altele.

Proiectele tip, elaborate în special de I.P.C. precum și de alte institute de proiectare, au contribuit în mod deosebit la sporirea gradului de utilizare a proiectelor tip în proiectele de investiții pentru industria ușoară. Proiectele tip cu cea mai mare eficiență au fost cele pentru structurile halelor parter, elemente ale structurilor în special prefabricate pentru planșeele de acoperiș ale halelor parter, elemente de închidere, subansambluri și detalii pentru construcții și instalații. Au fost folosite și proiecte pentru obiective sau părți de obiecte ale planului general, cum ar fi pavilioane administrative, castele și rezervoare de apă, coșuri de fum etc.

Existența proiectelor tip pentru elementele prefabricate de suprafață, cum sînt chesoanele precomprimate de mare deschidere (proiecte elaborate de I.P.C.), a făcut posibilă realizarea proiectului I.P.I.U. al structurii pentru hale blindate cu pod tehnic (fig. 6), structură care va contribui la îmbunătățirea condițiilor de exploatare din hale industriale parter climatizate.

Evoluția ascendentă a activității de tipizare a construcțiilor și instalațiilor, la care au contribuit în egală măsură institutele de proiectări de specialitate și I.P.C., a dus la îmbunătățirea calității și predarea la timp executanților a documentațiilor tehnice de construcții și instalații pe baza cărora s-au putut realiza investițiile prevăzute în planul de dezvoltare economică a ramurii industriei ușoare.

Arh. **ION ENESCU**
arh. **RADU CREȚOIU**
I.P.C.

TIPIZAREA ȘI ARHITECTURA INDUSTRIALĂ

Experiența realizărilor din domeniul construcției industriale a clarificat o serie de idei și a verificat concepțiile activității de tipizare.

Astăzi nu se mai poate concepe construcția fără elementul uzinat și, chiar la acele construcții unde partea artizanală este pusă în valoare — mă refer la calitățile sculpturale ale betoanelor aparente turnate pe șantier — o mare parte a construcției, în opoziție, păstrează rigorile elementelor modulate și asamblate.

S-au realizat lucrări valoroase, din punct de vedere al arhitecturii, folosind elemente și detalii uzinate. Mijloacele de expresie ale acestora nu se rezumă la desenul fațadei. Concepția planimetrică a construcției, jocul și asocierea volumelor, proporția lor, sînt mijloacele care subordonează elementele de fațadă concepției majore a construcției. Acest lucru a fost enunțat încă din anii 1930 de către Le Corbusier care, intuind necesitatea industrializării elementului de construcție, a definit arhitectura modernă ca o posibilitate de a crea un *„tumult în ansamblu cu unitate în detaliu"*, noțiunea de tumult fiind luată în sensul unor bogății de idei.

Insist asupra acestei enunțări deoarece nici astăzi nimic nu exprimă mai bine potențialul și valorile spirituale ale arhitecturii care s-a dezvoltat generată de programele moderne și de mijloacele de materializare. În construcția industrială această estetică se exprimă în fronturile de construcție lungi, fără reliefuri accentuate, ale căror ritmuri sînt numai generatoarele formate de rosturile elementelor de fațadă. Aceste rezolvări nu mai șochează pe nimeni, deși sînt departe de ceea ce se numește compoziție în canoanele unei arhitecturi formaliste.

În tipizare, în afară de aspectele care se leagă de rezolvările majore ale structurilor, structurile fiind o modalitate foarte importantă de exprimare dar de care astăzi nu vorbim, arhitecții își concentrează activitatea pentru rezolvările elementelor de închidere.

În primul rînd este necesar să definim sensul constructiv al acestor închideri. Prin structurile moderne, peretele și-a pierdut calitățile statice, care odată îi aparțineau. El este dimensionat numai pentru portanța sa proprie.

I se cer însă calitățile de izolare a spațiului interior de condițiile exterioare, calități ce trebuie corelate cu tehnicile de instalație și condițiile de însorire.

Ca urmare a acestei modificări de concepție, a materialelor și a tehnicilor aplicate, rezolvările urmăresc o reducere a secțiunilor de perete. În felul acesta s-a născut noțiunea de perete cortină, noțiune care precizează funcțiunile cerute acestei părți din construcție și care exprimă cel mai bine concepția peretelui în construcția modernă.

Față de această atitudine adoptată acolo unde se practică o intensă industrializare a construcției, la noi activitatea de tipizare a elementelor de închidere este în parte anacronică, și anume cînd este vorba de elementele de mare greutate, din betoane armate în straturi, granulit sau betoane celulare autoclavizate.

Explicații pentru dezvoltarea acestor soluții, care necesită tehnologii greoaie de fabricare, transport și montaje, sînt în primul rînd economia de metal și lipsa unor materiale ce se pretează la uzinare. E drept că aceste elemente au transformat șantierul tradițional într-un șantier cu montaj *„à sec"*, echivalent tehnicilor pentru montarea structurilor.

Din aceste motive, de multe ori, preferințele proiectanților se îndreaptă spre rezolvarea închiderilor cu elemente vitrate, care prin mijloacele simple ale ferestrelor din tablă ambutisată, sau geamuri profilit rezolvă rațional, din punct de vedere constructiv, închiderea construcțiilor industriale. Dar aceste rezolvări sînt cîteodată infirmate de economia generală a construcției, de dimensionarea instalațiilor, de economia de combustibil, de însorire etc.

I.P.C. a studiat rezolvări de închideri perimetrale, preluînd materiale ușoare produse la

noi, ca tablele cutate, azbocimentul ondulat, azbopanul, folosind pentru termoizolații, silanul în suluri sau autoportant, elemente asociate cu tîmplării tipizate din profile din tablă. Aceste rezolvări se apropie de o concepție modernă de industrializare a pereților, dar problema va fi în profunzime și complet soluționată în clipa cînd vom folosi intensiv toate acele materiale de mare rezistență care permit o uzinare cu secțiuni mici, fără rebuturi în fabricație, cu greutăți reduse la transport, o asamblare rapidă pe șantier și care sînt robuste în exploatare.

Acele materiale sînt oțeluri, aluminiul și materialele de sinteză. Panourile din oțel cutat, profilat sau chesonat, de grosimi sub 1 mm, dar cu mare rezistență la coroziune prin structură și printr-o tehnică a protecției, ar putea rezolva integral industrializarea închiderilor, cu consumuri relativ reduse de material, însă cu o tehnologie de uzinare fără cusur.

Generalizarea acestor tehnici pentru închideri de construcții este un fapt constatat în țările cu o extinsă industrializare a construcției, iar în ultimii ani se remarcă o tendință de a înlocui oțelul la aceste părți ale construcției, datorită unei economii generale a oțelului, material care se îndreaptă cu predilecție spre anumite industrii, transport, utilaje etc., cît și datorită faptului că oțelul necesită o întreținere în timp, fiind supus unei puternice coroziuni.

În aceste condițiuni, elementele din aluminiu se vor impune din ce în ce mai mult, prin faptul că aluminiul are aceleași calități de uzinare ca oțelul, are o rezistență mare, este mai ușor, nu necesită întreținere și prezintă un aspect agreabil, care poate fi îmbogățit prin eloxare sau lăcuire. Elementele din aluminiu pot fi de tipul tablelor ondulate, cutate, plane fălțuite, aplicate pe carton în folii subțiri etc. Prelucrate, elementele de pereți se pot chesona pe înălțimea construcției, pozarea și etanșarea acestora neridicînd nici o dificultate. Folosit în profile extrudate, numai aluminiul este capabil să rezolve tîmplăria (ferestre și uși, grile, obloane), asigurînd elemente cu secțiuni economice, rigide și cu o greutate redusă, deci cu o bună manevrabilitate.

Nu putem să nu amintim alte elemente din construcție sau de dotare care sînt rezolvate din aluminiu, ca jaluzele și brise-soleil de protecție împotriva însoleierii, panourile de plafoane pentru corecția acustică și panourile amovibile de pereți interiori etc.

În completarea gamei de detalii pentru închiderile de construcții și anexe industriale, credem că este necesară introducerea materialelor de sinteză, care, la fel ca oțelul și aluminiul, se pretează la uzinare, sînt ușoare, pot fi armate, au o bună rezistență mecanică, sînt rezistente la coroziune, nu necesită întreținere și au o conductibilitate termică mică.

Dar structurile pentru elementele de pereți realizate din materiale de sinteză oferă proiectantului și alte libertăți în alegerea concepției, deoarece se pot executa forme complexe și secțiuni a căror grosime se poate mări în zonele de efort, acesta fiind un material mulat.

Elementele de închidere din plastic pot fi opace sau translucide, izolate sau neizolate, autoportante sau în rame metalice. De asemenea, există o tehnică a ferestrelor din PVC rigid cu rezistență mare la șoc, care pot înlocui ferestrele mai scumpe din aluminiu, fiind folosite și pentru construcții cu medii corozive. Amintim de asemenea toată gama de sky-domuri pentru acoperiș, autoportante, translucide, simple sau duble, care elimină complet consumul de metal, important la confecționarea luminatoarelor.

Arhitecții sînt interesați în realizarea unor cofraje din plastic armat care asigură o execuție ireproșabilă a betoanelor aparente și a elementelor decorative în relief, în afară de categoria de cofraje pentru producția industrială curentă.

Dar toată această industrializare a închiderilor, folosind oțelul, aluminiul și materiale de sinteză, va necesita la detaliere și introducerea unor materiale care intră în alcătuirea detaliului, cum ar fi o gamă completă de geamuri de bună calitate, opalizate sau mate, riglate, cu ondule de diferite tipuri și mărimi, geamuri tratate pentru absorbția termică și pentru eliminarea efectului de strălucire, geamuri termopane cu diferite corecții termice etc.

De asemenea, pentru marile suprafețe vitrate, industriile pot să creeze tipuri de ferestre și uși cu nervuri din lamele de geam lipit, securizate sau nu, precum și toate accesoriile, armături și lăcătușerie, *couvre-joints*, garnituri și chituri pentru etanșeizarea rosturilor etc.

Enunțarea acestor aspecte, reflectă o concepție tehnică în alcătuirea unor închideri de construcție, urmărind dezvoltarea activității în construcții, astfel ca ea să poată deveni, dacă nu comparabilă ca precizie, exigență, calitate și nivel, cu alte activități din domeniul industrial, cel puțin să reducă imensul decalaj care există între construcție și celelalte activități din industrie.

Ing. **DRAGOMIR STOICOVICI**
I.C.P.I.L.

TIPIZAREA ȘI INDUSTRIALIZAREA CONSTRUCȚIILOR DIN INDUSTRIA LEMNULUI

Progresul tehnic, element dominant al epocii noastre, caracterizează evoluția tuturor ramurilor economiei naționale, implicit și evoluția în industria construcțiilor.

O privire retrospectivă asupra concepțiilor care au stat la baza proiectării construcțiilor din industria lemnului va permite să distingem următoarele etape caracteristice :

● Etapa 1950—1955, etapă cu volum relativ mai puțin amplu de investiții în industria lemnului și în care s-au proiectat în general obiecte industriale de mică importanță. Caracteristic construcțiilor în această etapă a fost folosirea diverselor tipuri de structuri, pe rețele modulare variate, realizate cu precădere din beton armat monolit.

● În etapa imediat următoare, 1956—1958, o dată cu dezvoltarea tot mai impetuoasă a industriei țării noastre, se remarcă o creștere sensibilă a volumului de investiții în sector, fapt care duce la proiectarea primelor combinate de la Gălăuțași, Balta Sărată (fig. 1), Tg. Jiu (fig. 2), precum și a fabricilor de mobilă de la Militari și Iași, a fabricii de chibrituri Brăila (fig. 3) și altele.

Termenele de punere în funcțiune, din ce în ce mai scurte, precum și unele restricții în ceea ce privește consumurile de cherestea și oțel impun — în paralel cu structurile realizate din beton armat monolit — adoptarea de soluții axate pe industrializarea executării construcțiilor. Apar în acest fel primele hale parter cu elemente preturnate pe șantier la Gălăuțași, Tg. Jiu (fig. 4), Iași, precum și la fabrica de mobilă Militari, executată cu o structură din beton armat monolit în cofraje mobile.

● În etapa următoare, 1959—1965, volumul mereu crescînd al investițiilor duce la reconsiderarea în întregime a concepțiilor care au stat la baza proiectării, considerîndu-se că acestea nu mai corespund ritmului de industrializare socialistă a țării, ritmului impus de execuția rapidă a combinatelor de industrializare a lemnului, respectiv calității corespunzătoare nivelului tehnic actual.

În acest context, prima preocupare se axează pe stabilirea unor rețele modulare care să acopere majoritatea tipurilor de hale industriale specifice sectorului. Se stabilește în acest fel rețeaua modulară de 6 m × 18 m, ca rețea de bază, și rețelele de 6 m × 9 m, 6 m × 12 m, 6 m × 15 m, ca rețele de frecvență mai redusă. Apoi, în strînsă colaborare cu Institutul

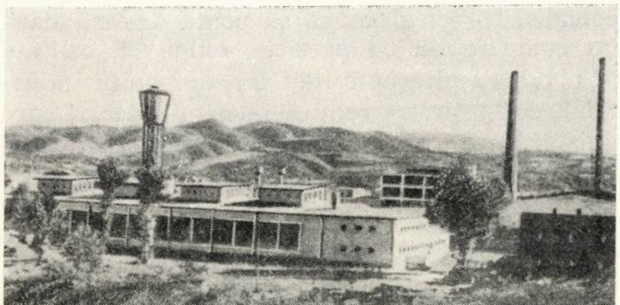


Fig. 1 — Combinatul de la Balta Sărată. Vedere parțială

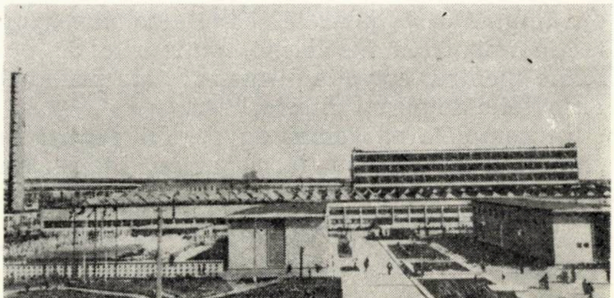


Fig. 2 — Combinatul de la Tg. Jiu. Vedere de ansamblu

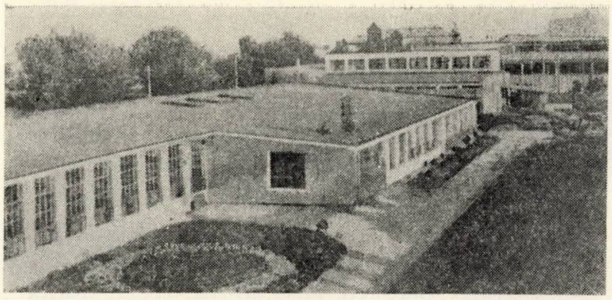


Fig. 3 — Fabrica de chibrituri de la Brăila. Vedere de ansamblu

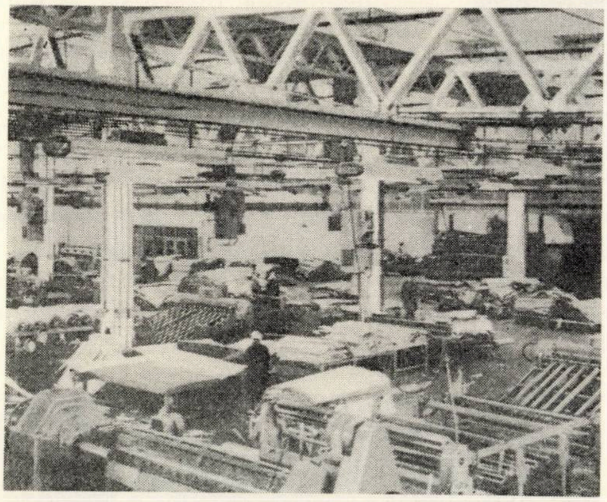


Fig. 4 — Fabrica de placaje de la Tg. Jiu. Vedere din interior

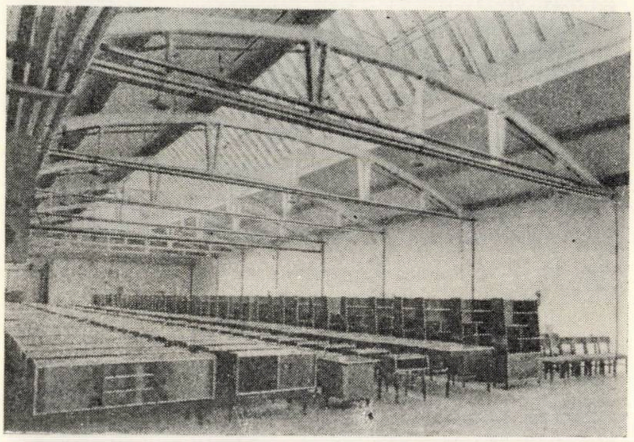


Fig. 5 — Fabrica de mobilă de la Gherla. Hala de depozitare

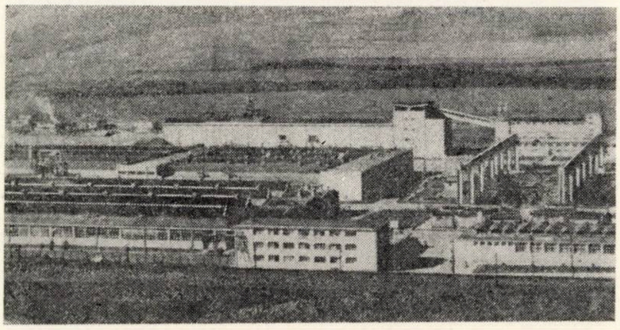


Fig. 6 — Combinatul de la Blaj. Vedere de ansamblu

de proiectare a construcțiilor tip, se pun bazele unor structuri tipizate din elemente prefabricate uzinate, care urmează a fi folosite la alcătuirea halelor parter (fig. 5). Apar astfel primele structuri alcătuite din arce de 18,00 m deschidere — realizate din panouri prefabricate asamblate prin precomprimare —, pane prefabricate de 6,00 m deschidere și plăci de beton celular autoclavizat de 3 m deschidere. Cu aceste elemente se construiesc majoritatea halelor de fabricație a Combinatelor de la Blaj (fig. 6) și Gherla. Pe baza experienței cîștigate, IPCT proiectează în continuare grinzile și fermele arc, păstrînd restul elementelor de acoperiș neschimbate (fig. 7).

Cu aceste noi elemente (fig. 8) se proiectează halele de fabricație ale Combinatelor de la Suceava, Pitești, Comănești, Turnu Severin, Bacău (fig. 9), Vaslui (fig. 10) și altele, suprafețele de hale acoperite cu aceste structuri depășind 350.000 m^2. În același timp se trece treptat la mărirea gradului de industrializare prin fabricarea unor elemente auxiliare ca parapeți, grinzi cornișe și altele.

În urma acestor măsuri, volumul de prefabricate crește — față de perioada anterioară — cu 48% — elementele uzinate reprezentînd peste 70% din volumul de beton prefabricat,

Fig. 7 — Fabrica de mobilă de la Turnu Severin

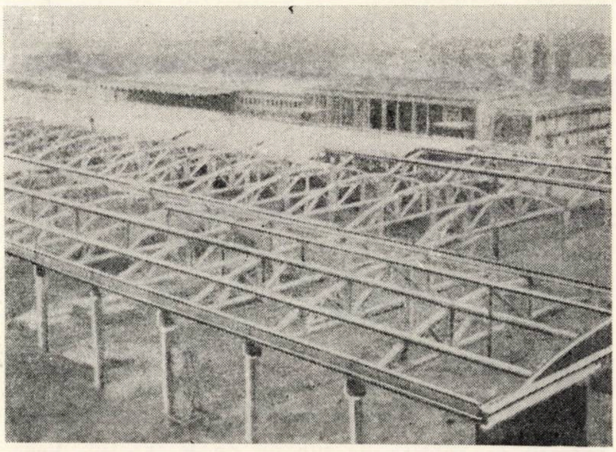


Fig. 8 — Fabrica de placaje de la Turnu Severin

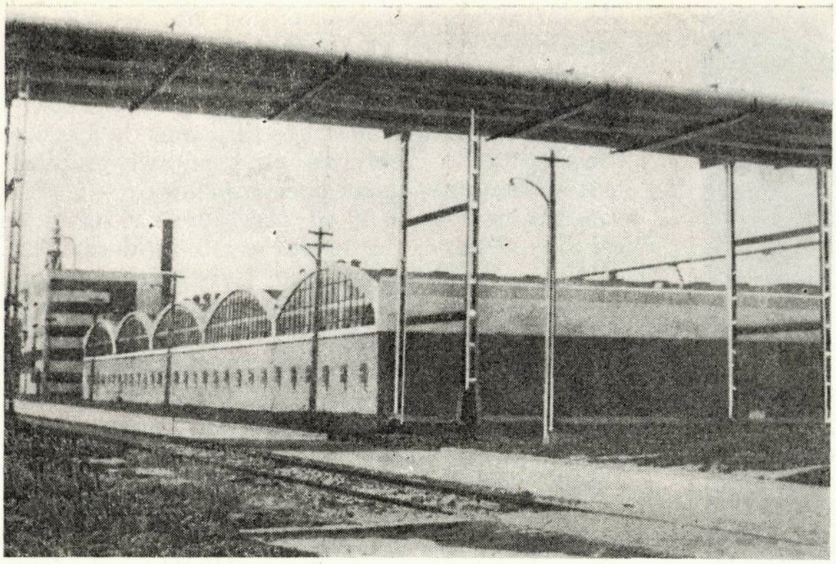


Fig. 9 — Combinatul de la Bacău. Vedere parțială

iar durata de execuție scade cu 43%, ajungînd la 1,3 luni/1000 m². De asemenea, soluțiile adoptate au dus, față de soluțiile din etapa precedentă, la realizarea unei economii de peste 1500 tone oțel.

• În etapa următoare, 1966—1968, se păstrează principiile generale aplicate în etapa anterioară, dar se aduc o serie de îmbunătățiri, printre care menționăm :

1. La structurile la care se menține deschiderea de 18 m, se adoptă fermele tipizate alcătuite din panouri asamblate prin precomprimare revizuite în institut prin eliminarea barelor de continuitate și adaptarea la încărcările specifice industriei lemnului (fig. 11). De asemenea, se elimină, în zonele neseismice, grinzile longitudinale de rigidizare. Aceste măsuri, adoptate ulterior și de IPCT în cataloagele tip, au adus o economie de cca 20 lei/m².

Cu acest tip de structură se realizează peste 110 000 m² de hale printre care menționăm fabricile de mobilă de la Oradea, Satu Mare, Cîmpulung, Rădăuți și altele.

2. Se introduc treptat, prin restudierea proceselor tehnologice, deschiderile de 12 m în locul celor de 18 m și se adoptă structurile alcătuite din grinzi (fig. 12) cu carcase sudate și chesoane de 6 m deschidere la peste 120 000 m² de de hale, printre care PAL Caransebeș, PAL Reghin, fabricile de mobilă Mizil, Cîmpeni, Cîmpulung, PFL Focșani, Sebeș și altele.

În același timp se reduc înălțimile minime ale halelor de la 5,40 m la 4,80 m, se renunță la luminatoarele de pe acoperișul halelor, ca urmare a reducerilor compartimentărilor interioare la limitele admise de normativul PCI și trecerii la lucrul pe trei schimburi, se adoptă benzile de lumină psihologică în locul vitrărilor înalte, se renunță la încălzirea magaziilor de produse finite, ceea ce permite eliminarea termoizolațiilor în zonele respective, se adoptă pardoselile din beton simplu de tip rutier în zonele cu umpluturi reduse, obținîndu-se o reducere a prețului inițial cu cca 60 lei/m² hală.

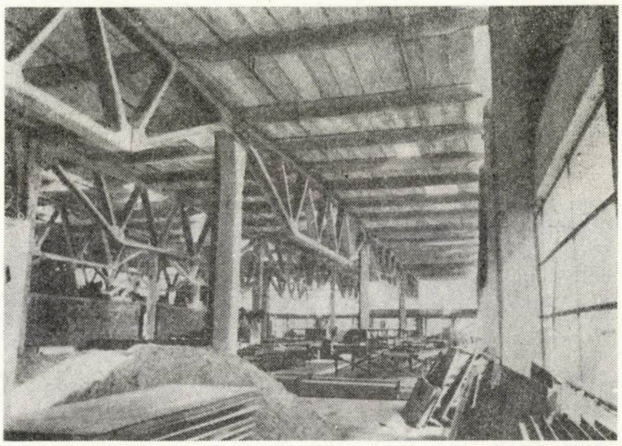


Fig. 11 — Fabrica de mobilă de la Oradea. Vedere din interior

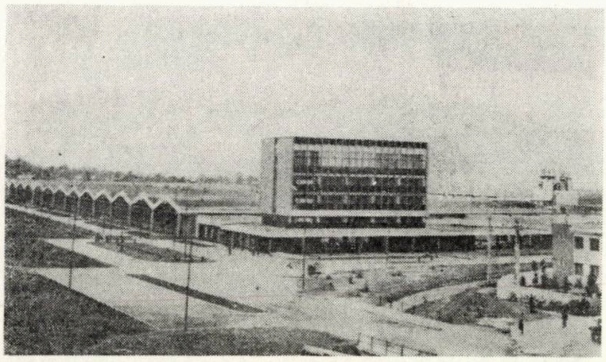


Fig. 10 — Fabrica de mobilă de la Vaslui. Vedere de ansamblu

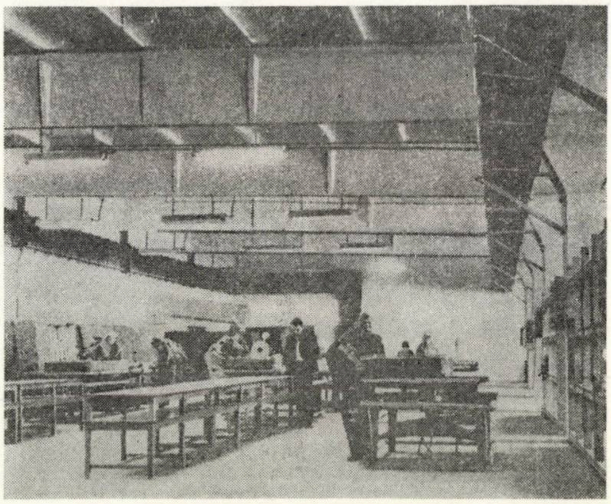


Fig. 12 — Fabrica de mobilă de la Mizil. Interior

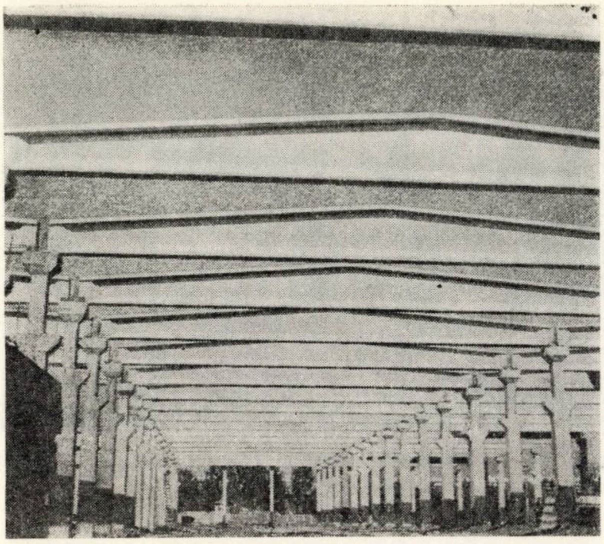


Fig. 13 — Structură alcătuită din grinzi cu inimă plină precomprimate

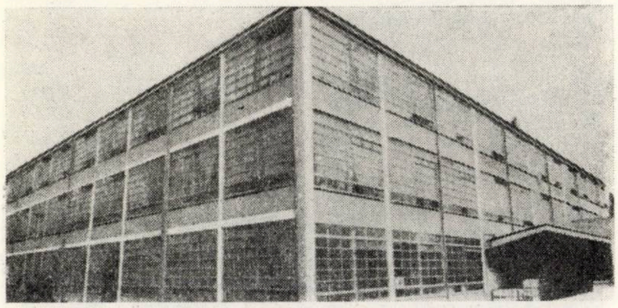


Fig. 14 — Fabrica de mobilă de la Tîrgu Mureş

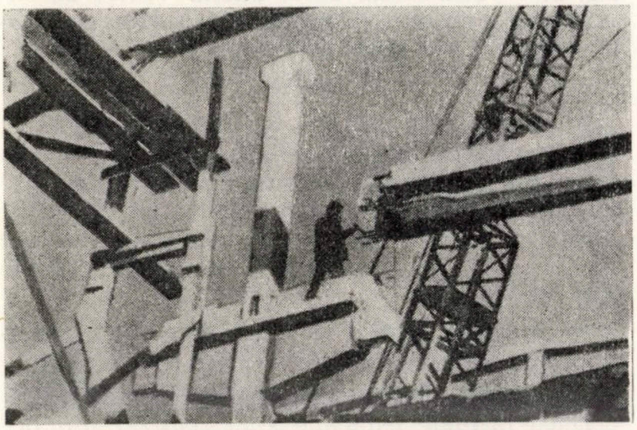


Fig. 15 — Fabrica de mobilă de la Tîrgu Mureş. Vedere din timpul montajului

Măsurile menţionate mai sus au permis şi realizarea unor importante economii de oţel. Astfel, numai în anul 1968 s-au economisit, în comparaţie cu lucrări similare executate în anii trecuţi, peste 750 t oţel-beton şi 1200 t laminate.

În fine, în etapa actuală se păstrează deschiderile de bază de 12,00 m şi se utilizează la hale parter fie structurile alcătuite din grinzi precomprimate în două pante (după proiectul

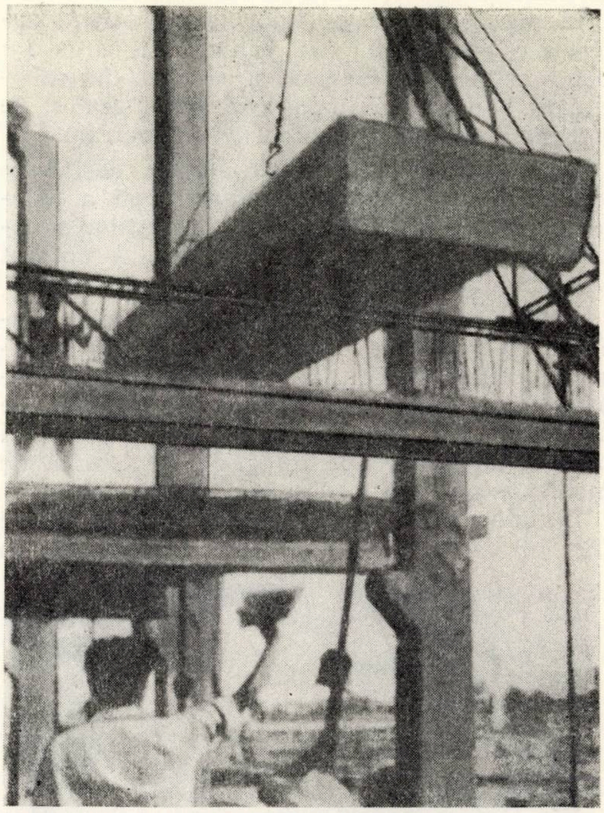


Fig. 16 — Fabrica de cherestea de la Piteşti. Vedere din timpul montajului

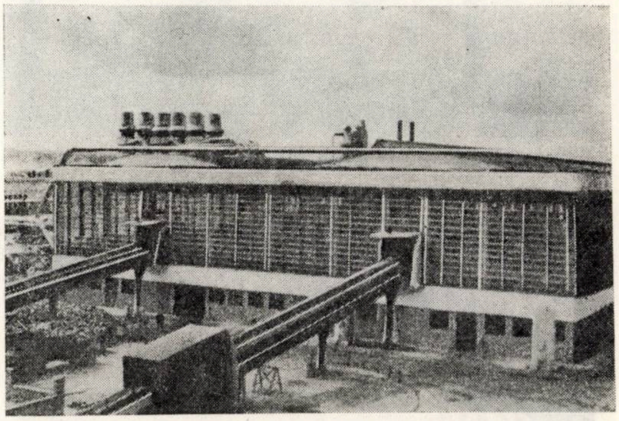


Fig. 17 — Fabrica de cherestea de la Piteşti

tip 2115) (fig. 13) şi chesoane de 6,00 m, fie cele alcătuite din elemente de suprafaţă.

Astfel, prima soluţie se adoptă la halele de la Beiuş, Gheorghieni, Mediaş, Constanţa şi altele, în suprafaţă de peste 70 000 m^2, iar elementele de suprafaţă, după proiectele tip în vigoare, la peste 50 000 m^2 de hale, printre care menţionăm : hala PAL Fălticeni (grinzi T), halele de la Mizil, Oradea (TT curb), Bistriţa (chesoane curbe) etc.

Orientarea către elemente de suprafaţă a permis realizarea unor economii de oţel de cca. 3 kg/m^2 hală.

În aceeași etapă se înlocuiesc zidăriile exterioare ale halelor cu panouri tipizate din beton celular autoclavizat și cu plăci din azbociment ondulat, extinzîndu-se astfel gradul de industrializare și la închiderile perimetrale.

În ceea ce privește halele etajate, deși frecvența lor este mult mai redusă decît a halelor parter, trecerea în revistă a soluțiilor adoptate arată că și în acest domeniu s-au obținut unele realizări (fig. 14).

Astfel, de la soluțiile monolite, unele realizate cu suprafețe subțiri (de exemplu fabrica de cherestea Tg. Jiu), s-a trecut la prefabricarea parțială a structurii (la fabrica de mobilă de la Măgura Codlei) și ulterior la prefabricarea aproape integrală, la fabrica de mobilă export de la Tg. Mureș (fig. 15).

În unele cazuri s-au adoptat soluții mixte (fig. 16) din beton prefabricat suprabetonat, ca

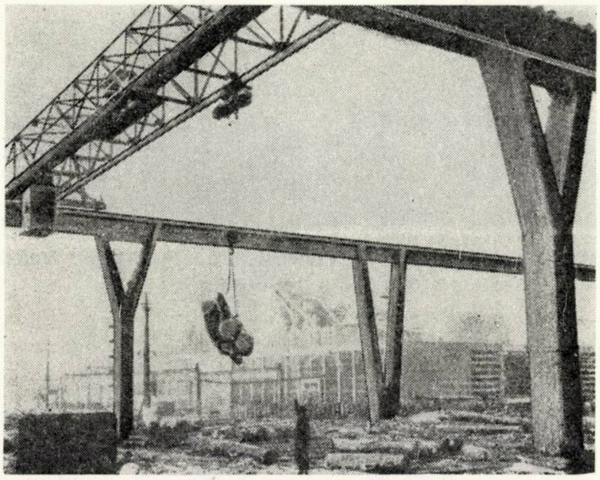


Fig. 18

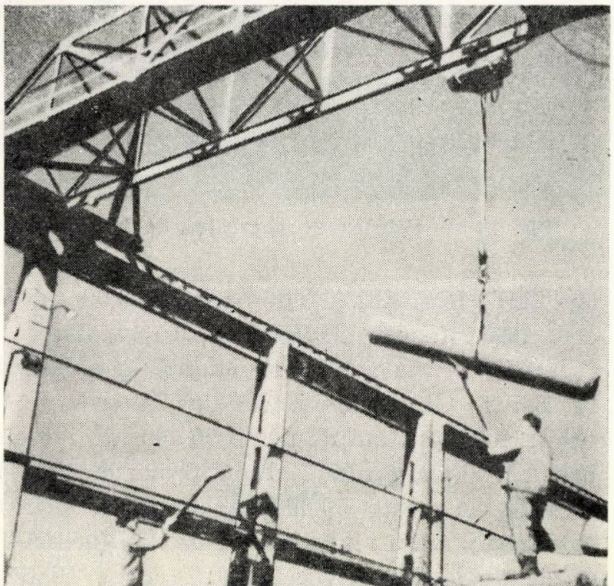


Fig. 19

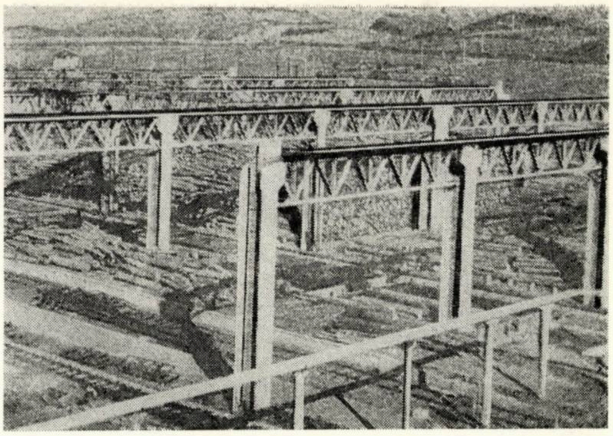


Fig. 20 — Estacadă pentru căi de rulare la Combinatul de la Blaj

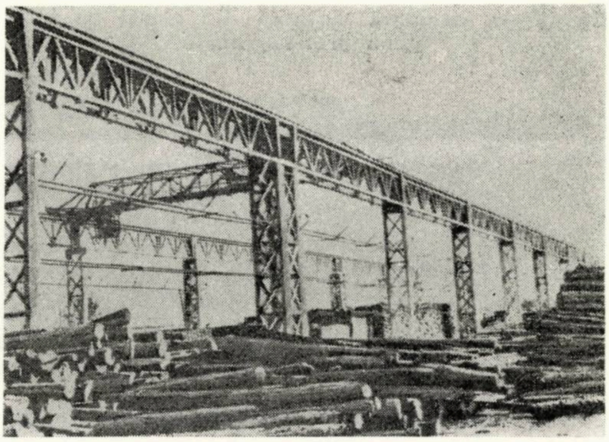


Fig. 21 — Combinatul de la Pitești. Vedere de ansamblu a estacadei pentru căile de rulare în depozitul de bușteni

spre exemplu la fabrica de cherestea Pitești; economicitatea acestor soluții s-a datorat în principal reducerii volumului de prefabricate uzinate și deci și a cheltuielilor de transport aferente, precum și folosirii betonului monolit fără consum de lemn în cofraje sau schele (fig. 17).

În industria lemnului, estacadele pentru susținerea căilor de rulare în depozite ocupă o pondere importantă.

Dacă primele estacade s-au realizat din beton monolit precomprimat (la Tg. Jiu) (fig. 18) sau parțial cu elemente preturnate (la Gălăuțaș) (fig. 19), la combinatele următoare de la Blaj și Gherla s-a trecut la o soluție integral prefabricată și parțial uzinată, folosind, la estacade cu deschideri de aproape 30,00 m și travee de 18,00 m, ferme din beton precomprimat (fig. 20) și stîlpi din bolțari asamblați prin precomprimare. Soluția a fost aplicată la aproape 650 m de fir dublu de căi de rulare.

Ulterior, în colaborare cu IPCT, soluția a fost îmbunătățită, estacadele următoarelor combinate realizîndu-se pe o lungime de peste 3500 m de fir dublu cu stîlpi și ferme din pa-

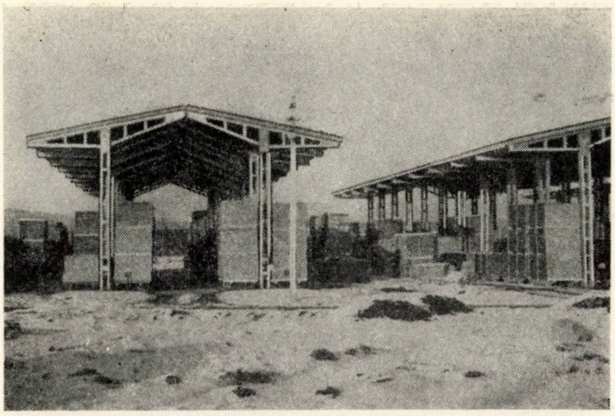


Fig. 22 — Şoproane de conservare a cherestelei la combinatul de la Piteşti. Structură integral prefabricată din b.a. şi învelitoare de azbociment ondulat

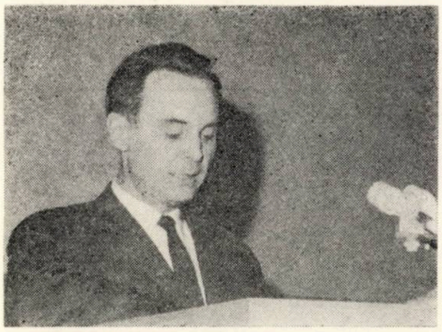
nouri cu zăbrele uzinate, asamblate prin precomprimare (fig. 21).

Această soluţie a permis realizarea unor economii de oţel de peste 100 kg/m, adică peste 350 tone.

În paralel cu folosirea de elemente tipizate în I.C.P.I.L. s-a desfăşurat o susţinută acţiune de elaborare de proiecte tip specifice sectorului de industrializare a lemnului. Astfel, pînă în prezent s-au aprobat aproape 60 de proiecte tip elaborate de institut, care acoperă un larg domeniu de utilizare. Printre acestea se cuvine să menţionăm : estacadele pentru căi de rulare cu deschideri de 11 ; 14 şi 28,5 m, şoproane pentru diferite funcţionalităţi (fig. 22), cu învelitori bituminoase sau din foi de azbociment ondulat, în variante cu şarpante de beton prefabricat sau metalice, bazine de tratament termic sau de conservare, camere de uscare sau aburire, depozite şi altele.

Succinta trecere în revistă a unor realizări mai importante obţinute în I.C.P.I.L., ca urmare a extinderii permanente a tipizării şi industrializării construcţiilor, scoate în evidenţă numai în mică măsură efortul făcut de către proiectanţi — ingineri şi arhitecţi — la realizarea importantelor obiective industriale.

Folosind cît mai mult din experienţa de proiectare dobîndită în realizarea lucrărilor din anii precedenţi, proiectanţii constructori din institut vor lupta şi mai departe pentru traducerea în viaţă a directivelor cu privire la îmbunătăţirea continuă a calităţii proiectelor prin reducerea costului construcţiilor, a consumului de materiale deficitare, în special a oţelului, şi prin reducerea duratei de proiectare şi de execuţie.



Ing. **CONSTANTIN SĂNĂTESCU**
Inginer-şef I P R A N

REALIZĂRI OBŢINUTE DE IPRAN ÎN ACTIVITATEA DE TIPIZARE A CONSTRUCŢIILOR ÎN CONDIŢIILE PARTICULARITĂŢILOR INDUSTRIEI CHIMICE ANORGANICE ŞI A ÎNGRĂŞĂMINTELOR

În cadrul sarcinilor pe care le are IPRAN de a realiza proiectele pentru investiţiile industriei chimice anorganice şi a îngrăşămintelor, un loc important îi revine activităţii de construcţii.

Pentru a pune în evidenţă acest lucru, vom încerca să schiţăm cîteva date privind caracterul specific, legat de tehnologie, al construcţiilor noastre.

Există o năzuinţă modernă ca ramura noastră industrială să tindă permanent spre o arhitectură a instalaţiilor în aer liber, protejate local şi montate pe platforme la diferite niveluri ; halele închise într-un singur nivel ră-

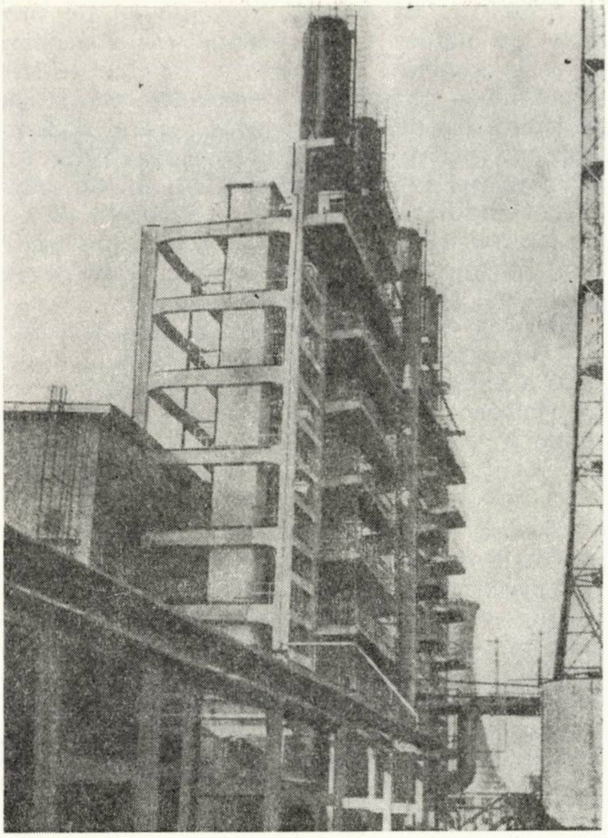


Fig. 1 — Fabrică de acid azotic care s-a utilizat de patru ori pe platformele : C.C. Craiova, C.I.C. Turnu Măgurele, C.I.A. Slobozia, C.I.A. Tg. Mureş. Compusă din : hală compresoare cu structura complet prefabricată, schelet în aer liber cu structură parţial prefabricată, duză metalică pentru difuziunea gazelor nitroase

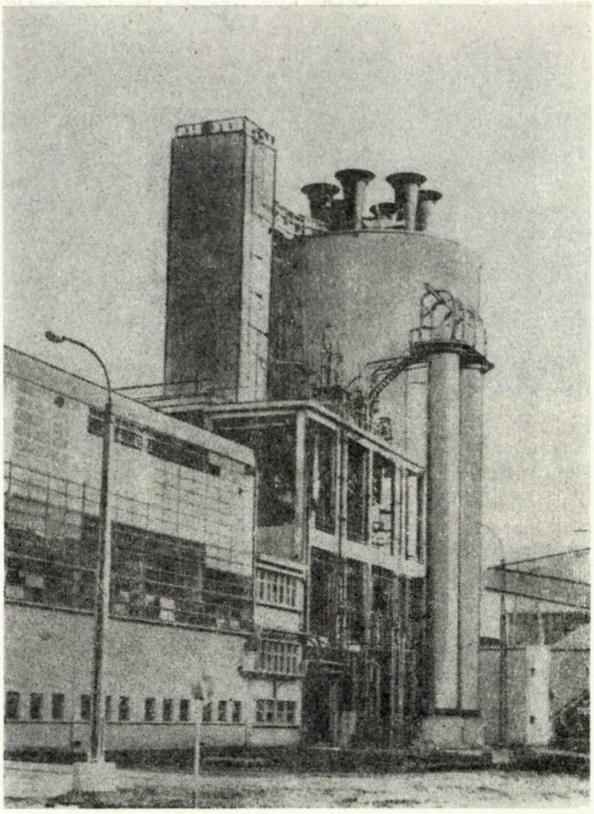


Fig. 2 — Fabrică de uree care s-a utilizat de cinci ori pe platformele : C.C. Craiova, C.I.A. Turnu Măgurele, C.I.A. Slobozia, C.I.A. Piatra Neamţ. Compusă din : hală compresoare cu structură prefabricată, hală de fabricaţie etajată cu niveluri parţial deschise şi anexe tehnico-sanitare, turn de granulare executat glisat (diametrul 20 m, h = 42 m)

mîn cele destinate centrului de comandă şi control, cele pentru protejarea grupelor de maşini pretenţioase (compresoare, turbine etc.), precum şi cele destinate altor funcţiuni tehnologice adiacente, cum sînt depozitele. Pentru a ilustra cele arătate, dăm un singur exemplu : valoarea construcţiilor pentru o instalaţie de amoniac proiectată în 1956 la Piatra Neamţ a fost 320 lei/t an produs, faţă de numai 170 lei/t an produs, la fabrica de amoniac Craiova proiectată în 1967.

Pe lîngă efectul de coroziune şi pericolul de explozie care influenţează proiectarea structurilor de construcţii, menţionăm de asemenea caracterul specific, ca avînd cea mai mare importanţă. Este vorba de revoluţia tehnică în plină desfăşurare ce are loc în industria chi-

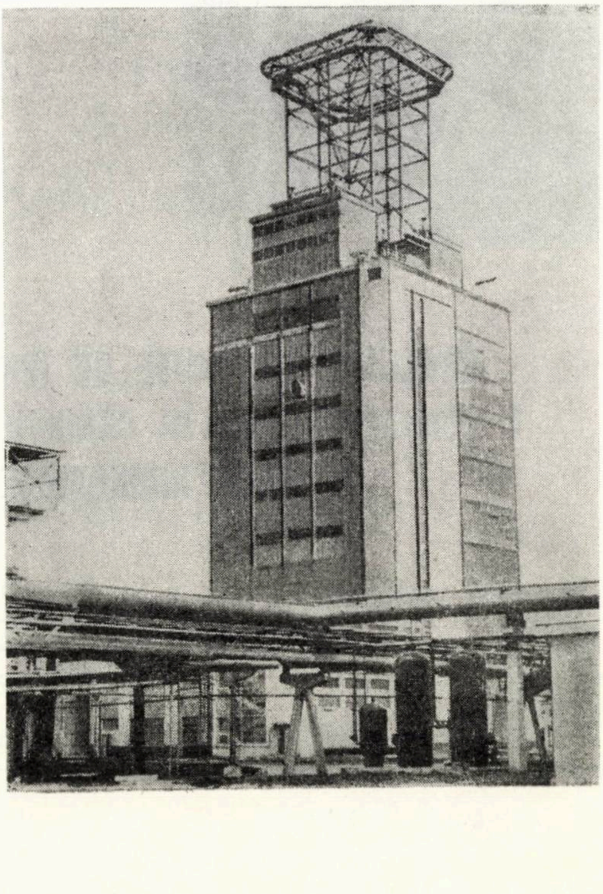


Fig. 3 — Fabrică de azotat de amoniu care s-a utilizat de patru ori pe platformele : C.C. Craiova, Turnu Măgurele, C.I.A. Slobozia, C.I.A. Tg. Mureş. Compusă din : hală de condiţionare calcar, staţie electrică cu anexe sanitare şi turn de granulare care include în structura sa şi fabricaţia azotatului. Structura turnului este metalică cu planşee de beton armat, iar stîlpii protejaţi tot cu beton împotriva coroziunii. Închiderile laterale s-au făcut din azbociment şi poliesteri armaţi

mică, cu mare influență asupra parametrilor geometrici și funcționali ai clădirilor de fabricație. Dinamismul schimbărilor tehnologice a luat un caracter de continuitate, marcînd ritmuri diferite în diversele domenii, și aceasta trebuie să țină în alertă concepția noastră în proiectare. Este suficient să exemplificăm cu evoluția construcțiilor instalațiilor de acid sulfuric, pentru a demonstra convingător această afirmație.

Astfel, la o instalație de acid sulfuric de 200 000 t/an, proiectată în 1965, rezultă un tonaj de echipament de 5012 t și o valoare C+M de 74061 mii lei ; la o instalație de aceeași capacitate, proiectată în 1968, tonajul de echipament scade la 3615 t, iar C+M la 52932 mii lei, pentru ca la o instalație similară din punct de vedere al capacității, proiectată în 1970, tonajul de echipament să fie numai de 3232 t și C+M de 43201 mii lei.

De asemenea, dezvoltarea industriei de îngrășăminte, realizată într-un ritm neobișnuit, s-a făcut nu numai sub aspect cantitativ, ea fiind însoțită, în paralel, de o diversificare continuă a sortimentelor și de schimbări tehnologice structurale.

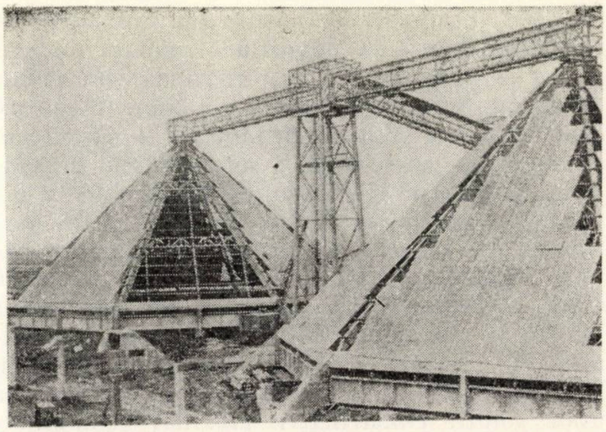


Fig. 5 — Depozit de fosforite. Structură metalică în formă piramidală, acoperită cu plăci ondulate de azbociment. Pereții marginali s-au realizat din panouri prefabricate de beton armat. Dimensiuni : diametru interior 44 m ; h = 20,50 m. Acest proiect, în curs de execuție la U.C. Valea Călugărească, s-a refolosit de patru ori.

În acest domeniu, se cunoaște trecerea, într-un interval relativ scurt (3—4 ani), de la îngrășămintele simple cu azot și fosfor la îngrășămintele complexe. Se știe că la îngră-

DEPOZITE FOSFORITE

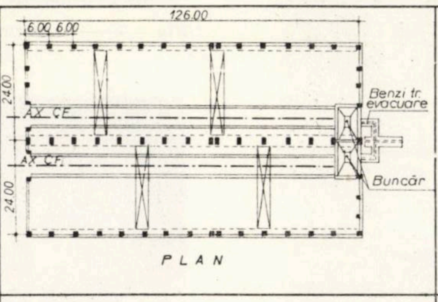
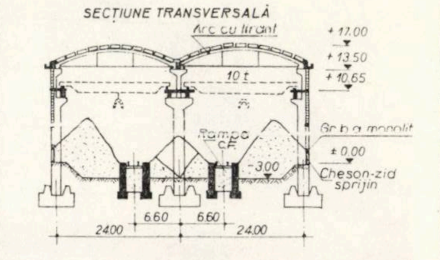
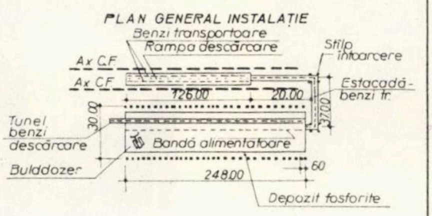
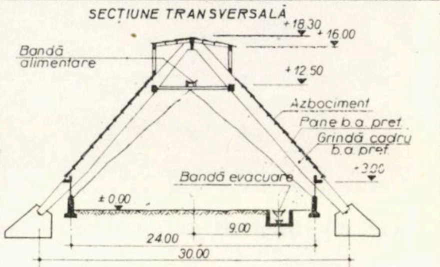
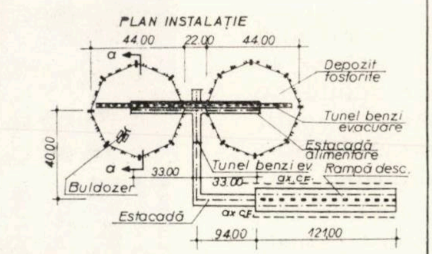
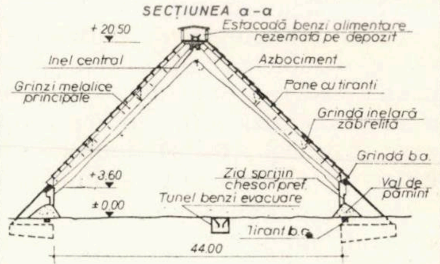
	BETON mc/mc fosforite	OȚEL BETON kg/mc fosforite	LAMINATE kg/mc fosforite	TOTAL OȚEL kg/mc fosforite	VALORI DEVIZ Lei/mc fosforite		
DEPOZIT FOSFORITE CU C.F. INTERIOARĂ-USAS Năvodari	0.350	9.67	13.35	23.02	381.90		
DEPOZIT FOSFORITE-CONSTR. UȘOARĂ B.A. Elazig-Turcia	0.236	16.09	9.37	25.46	367.05		
DEPOZIT CIRCULAR FOSFORITE U.I.C. Valea Călugărească	0.1018	4.52	12.76	17.28	212.90		

Fig. 4 — Tabel comparativ cu evoluția depozitelor de fosforite. Prin trecerea treptată de la construcția tip hală cu două deschideri la o construcție ușoară în formă piramidală, care îmbracă materialul depozitat în taluz, s-a ajuns la următoarele performanțe : consumul de beton armat (m^3/m^3 fosforite) s-a redus de la 0,350 la 0,102 m^3 ; consumul total de oțel-beton (kg/m^3 fosforite) s-a redus de la 23,02 la 17,28 kg ; valorile de deviz (lei/m^3 fosforite) s-au redus de la 381,90 la 212,90 lei

şăminte, indiferent de sortiment, sînt necesare suprafeţe mari de depozitare pentru materii prime şi produse finite, din cauza condiţiilor de aprovizionare, precum şi a diferenţei dintre caracterul continuu al producţiei şi caracterul sezonier al consumului ; soluţionarea depozitării produselor finite pune însă probleme diferite ca spaţiu şi mediu, în funcţie de sortiment. Pe de altă parte, soluţiile de depozitare impuse, pentru a fi reutilizate la scară mare, trebuie să aibă un preţ de cost redus pentru a nu afecta costul scăzut al îngrăşămîntului. Aceste cerinţe tehnologice au fost însoţite continuu de căutări pentru găsirea unor soluţii constructive cît mai economice.

În cele expuse pînă în prezent am căutat să evidenţiem în ce măsură construcţiile din sec-

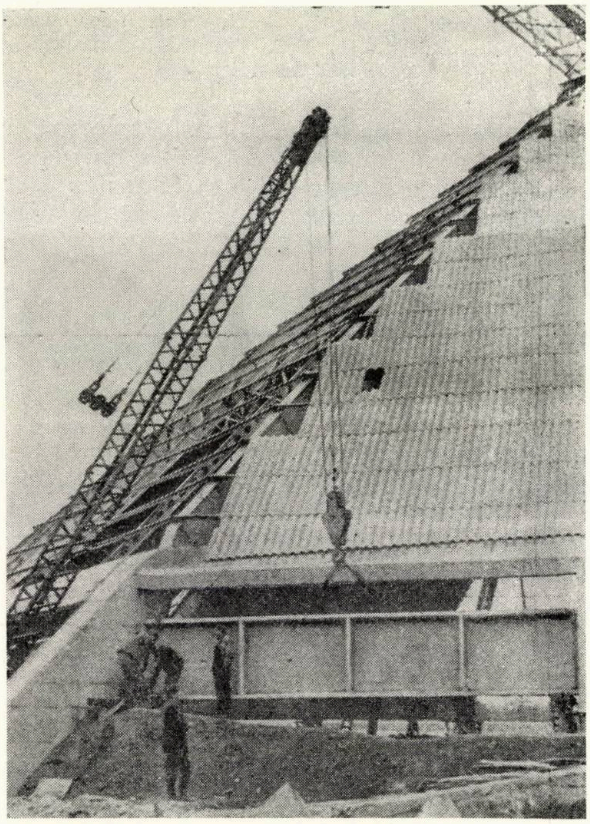


Fig. 6 — Depozit de fosforite în faza de montaj

torul nostru au un caracter de subordonare faţă de tehnologia de fabricaţie. Pe de altă parte, problema tipizărilor poate apărea la prima vedere contradictorie, prin tendinţa de a permanentiza un gen de grupări de spaţii care urmează însă să îmbrace o serie de procedee de fabricaţie în continuă schimbare.

Cu toate limitele impuse de condiţionările speciale amintite, în IPRAN a existat o deosebită preocupare pe linia refolosirii şi tipizării unei serii de proiecte sau părţi de proiecte. Acest lucru s-a impus şi ca urmare a volumului mare de documentaţii căruia a trebuit să-i facem faţă în condiţiile unei creşteri aproape neînsemnate a forţei de muncă, precum şi ca

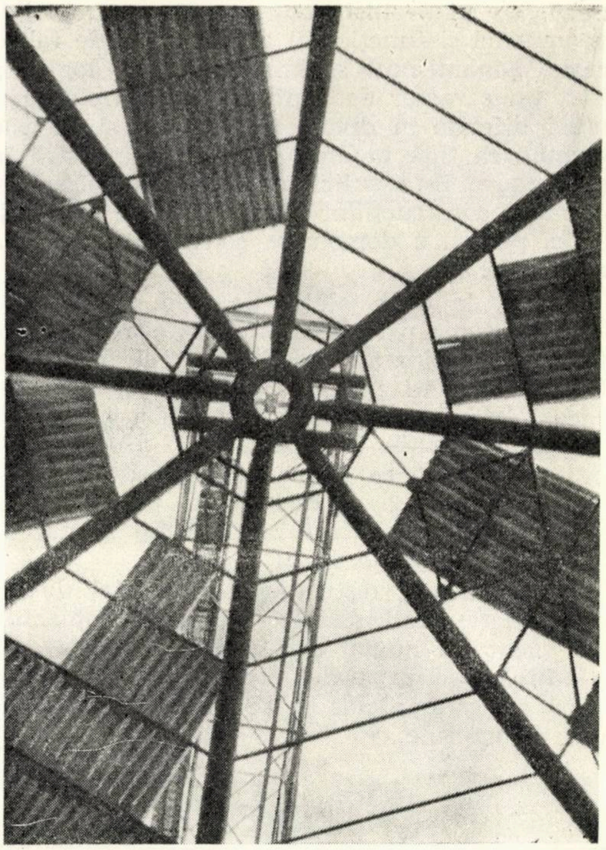


Fig. 7 — Depozit de fosforite. Detaliul structurii acoperişului

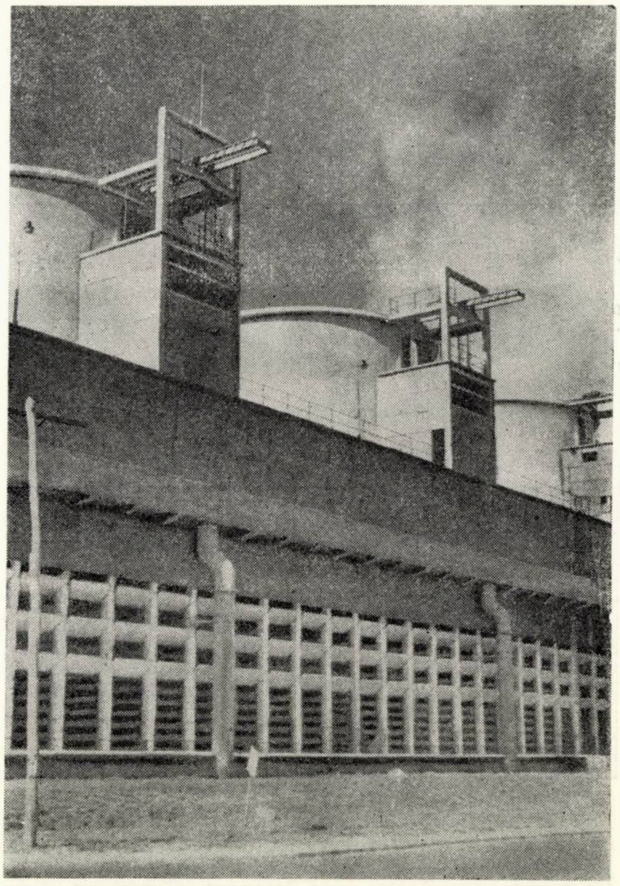


Fig. 8 — Turn de răcire cu tiraj forţat de 5000 m^3/h

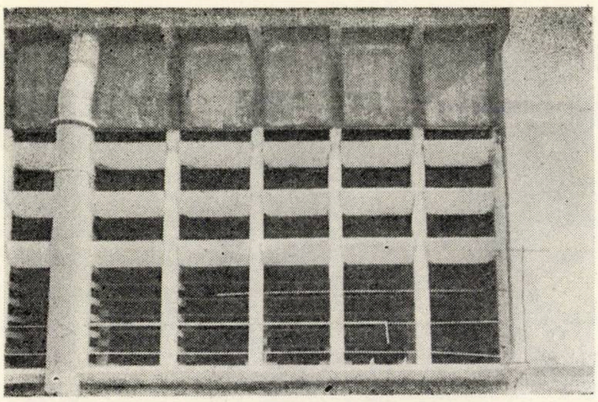


Fig. 9 — Turn de răcire cu tiraj forțat. Detaliul pereților laterali

urmare a preocupărilor de scurtare a punerii în funcțiune a obiectivelor. Această activitate s-a desfășurat, în funcție de particularitățile arătate, în mai multe direcții.

În principal, s-au refolosit integral secții de fabricații, evident cu adaptarea prealabilă a proiectelor la condițiile noilor platforme, acolo unde, într-un anumit interval de timp, nu au intervenit schimbări tehnologice.

Exemplele pe care le vom da sînt acele linii de fabricații avînd ansamblul lor caracteristic format din diverse volume comasate, care înglobează anumite fluxuri de fabricație și care nu permit încadrarea în deschideri ordonate și multiple, de tipul halelor universale.

Ele sînt formate din structuri mixte, avînd planșeele străpunse des și neordonat de către utilaje grele ce necesită manipulări în timpul exploatării ; transportul materiilor se face prin estacade și galerii de benzi (fig. 1, 2, 3).

Prin aceste reutilizări s-au economisit cca 140 000 ore medii de proiectare în decurs de cca 3 ani, ceea ce reprezintă activitatea pe un an a două ateliere de construcții cu cîte 25 de proiectanți.

O altă categorie de construcții, proiectate de IPRAN, care comportă un grad sporit de industrializare și reutilizare, sînt cele privind depozitarea, transporturile și utilitățile.

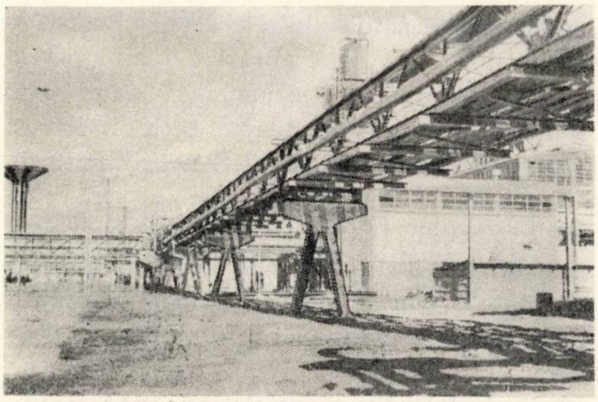


Fig. 10 — Estacadă pentru conducte tehnologice realizată din stîlpi prefabricați de beton armat cu console și ferme metalice pe deschideri de 18—21—24 m

Dintre acestea menționăm :

— proiecte tip cu caracter departamental pentru : depozite de acid azotic, fosforic și sulfuric, utilizate în toate liniile noastre de fabricații specifice ;

— depozit de uree în vrac, reutilizat de trei ori pe platformele Turnu Măgurele, Craiova și Slobozia — construcție cu structură integral prefabricată, stîlpi preturnați, arce preturnate de 30 m deschidere și panouri speciale de pereți ;

— depozite de azotat de amoniu reutilizate de trei ori, avînd structură integral prefabricată și învelitoare de azbociment (soluție elaborată în colaborare și cu asistență tehnică din partea IPC).

Trebuie menționat că schimbarea frecventă a tehnologiilor de fabricație, însoțită de consecințe economice deosebit de importante, s-a reflectat și în tehnica proiectării unor depozite, care au evoluat de la închideri grele, masive și etanșe, la închideri usoare, cu forme geometrice urmărind taluzul natural al materialului.

Ca exemplificare, ilustrăm felul cum au evoluat la noi depozitele de fosfați bruți, performanțele obținute și felul cum se reutilizează în prezent (fig. 4, 5, 6, 7).

În legătură cu investițiile privind utilitățile, amintim în primul rînd realizările obținute în refolosirea turnurilor de răcire cu tiraj forțat, pentru care s-a elaborat o gamă variată de tipuri, cu capacități diferite în funcție de necesitățile cerute. Astfel, refolosim în institut turnuri de răcire pentru 450 m^3/h, 1000 m^3/h și 5000 m^3/h, avînd structură din beton armat cu un grad pronunțat de prefabricare : 85% pentru turnul de 5000 m^3/h (fig. 8, 9).

Printre lucrările frecvente, în cadrul platformelor noastre industriale, întîlnim estacadele pentru conducte tehnologice și galeriile pentru benzi transportoare, acestea totalizînd uneori, într-un combinat, pînă la 4000 m.

Pentru estacadele tehnologice, IPRAN a elaborat un proiect refolosibil intern realizat din stîlpi prefabricați de beton armat cu console, cu gamă variată pentru lățimi și sarcini diferite.

Proiectele refolosibile pentru galerii de transport sînt realizate cu suprastructură din ferme metalice și stîlpi prefabricați de beton armat, închideri ușoare din plăci PVC și azbociment (fig. 10, 11, 12).

În cadrul IPRAN există preocupări de tipizare privind subansambluri de construcții specifice industriei chimice, reutilizabile și în alte sectoare industriale.

Din acestea, menționăm :

- Panoul prefabricat în 3 straturi — tip IPRAN — ca element de închidere perimetrală a halelor parter și etajate. Diferit de panourile autoportante IPCT, panourile opace

sau vitrate IPRAN sînt elemente de pereți cortină, prinse elastic de scheletul de rezistență. Caracteristicile acestor panouri apar în catalogul IPC — proiect 2000.

● Catalogul exemplificativ de pardoseli pentru industria chimică, care completează normativul de protecție anticorosivă elaborat de institut. Aci se tratează structurile de protecție valabile pentru toate mediile, insistînd cu detalii speciale pentru racordări la fundații de utilaje și canale tehnologice.

● Caietul exemplificativ de măsuri de protecție antiscîntei la structurile de tîmplărie metalică valabile în mediile explozibile.

În sfîrșit, vrem să subliniem că în activitatea noastră de proiectare ne-am folosit în numeroase ocazii de materialul documentar conținut în cataloagele de subansambluri și elemente tip pentru construcții industriale elaborate de către IPCT—IPC, care ne-au ușurat mult munca de elaborare a proiectelor. Cu tot specificul corosiv al platformelor noastre, am putut găsi o gamă variată de elemente tipizate pe care le folosim în mod curent, ca : grinzi precomprimate cu inimă plină pentru acoperiș, chesoane plane și curbe, pane, fîșii cu goluri, panouri de pereți, grinzi de rulare etc.

În finalul acestei scurte prezentări a preocupărilor noastre de tipizare și refolosire a proiectelor de construcții, în condițiile specifice industriei chimice anorganice și de îngrășăminte, am dori să rezumăm cîteva aspecte importante :

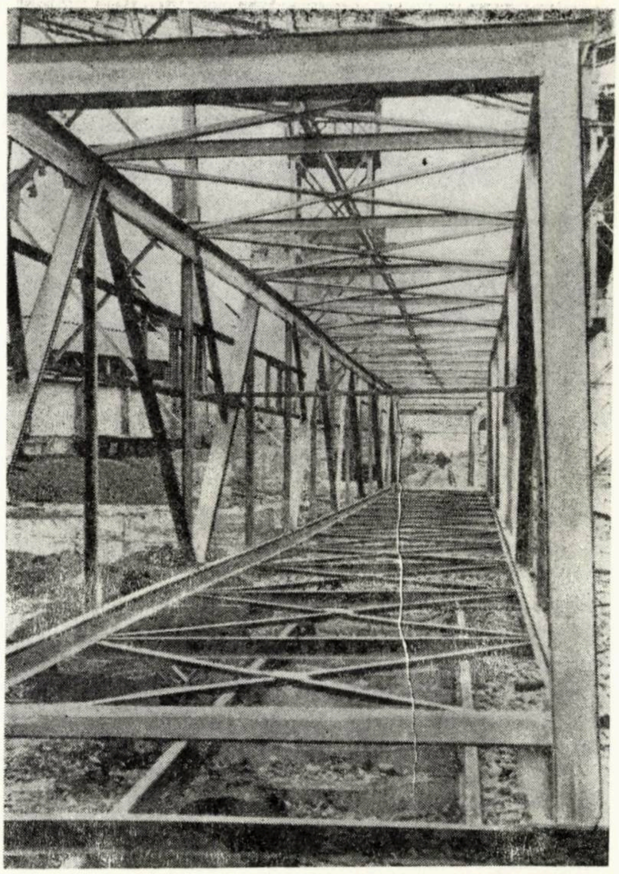


Fig. 12 — Galerie pentru benzi transportoare cu închideri ușoare din plăci ondulate de azbociment, avînd lumina asigurată printr-o fîșie din plăci PVC. Scheletul de rezistență este metalic, iar suporții din stîlpi prefabricați de beton armat

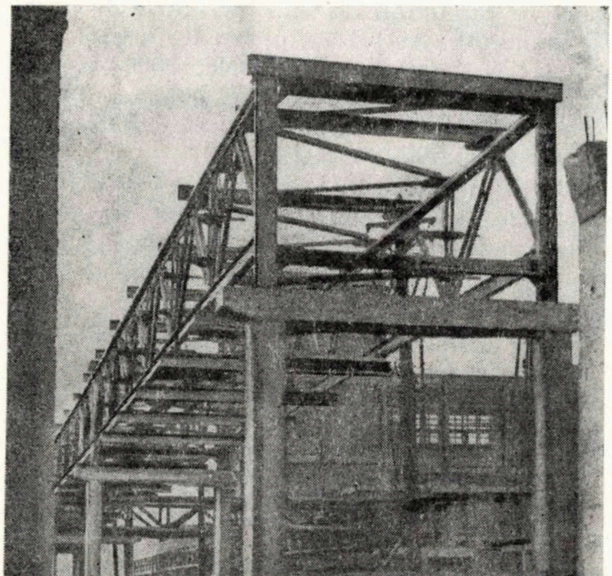


Fig. 11 — Estacadă de conducte în faza de montaj

● Construcțiile trebuie privite ca elemente auxiliare, necesare și importante ale tehnologiei. Ele trebuie să se adapteze schimbărilor frecvente ale proceselor tehnologice, contribuind astfel în mod pozitiv la efectul economic global.

● Se remarcă viața scurtă a proiectelor noastre tip și refolosibile, precum și lipsa posibilității de a fi generalizate datorită particularităților impuse de tehnologie. Ele trebuie revizuite continuu și adaptate fie noilor cerințe tehnologice, fie apariției noilor materiale și elemente de construcții.

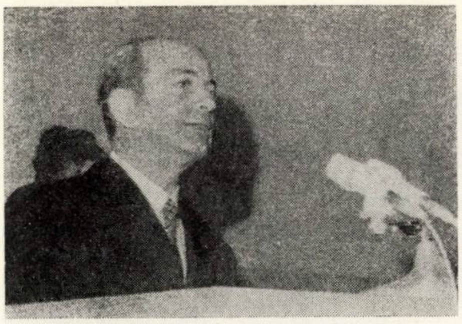
● Proiectele tip și refolosibile, prezintă o mare eficiență sub aspectul economiei de ore proiectate și au efecte economice importante în sensul grăbirii punerii în funcțiune a obiectivelor noi.

● Proiectele tip și refolosibile pot fi utilizate ca mijloc de sporire a gradului de industrializare a construcțiilor, atît prin folosi-

rea frecventă a elementelor de construcţii tip de serie, cît şi prin utilizarea de prefabricate speciale, dar executate în industrie din cauza numărului mare de elemente asemenea.

- Proiectarea este îmbunătăţită calitativ prin tipizare şi refolosire, datorită faptului că, prin repetare şi aplicare pe teren, se pot cunoaşte şi corecta toate deficienţele constatate.

În concluzie, în ce priveşte activitatea IPRAN, afirmăm că *o vom axa în continuare pe o proiectare funcţională, fructificînd ideea tipizării şi refolosirii permanent îmbunătăţite, mereu în pas cu servirea tehnologiei, a utilizării materialelor noi şi cu progresul tehnic în general.*



Ing. **MIRON BĂLTĂŢEANU** (inginer şef),
ing. **ROMULUS ROMANO**
I.P.C.

CREŞTEREA GRADULUI DE TIPIZARE ŞI PREFABRICARE LA PROIECTAREA INVESTIŢIILOR PROPRII ALE MINISTERULUI CONSTRUCŢIILOR INDUSTRIALE

Sporirea continuă a sarcinilor de producţie ale Ministerului Construcţiilor Industriale în vederea realizării unor volume tot mai mari de investiţii în industria chimică, uşoară, alimentară, în agricultură şi în alte sectoare ale economiei naţionale face necesară întărirea permanentă a bazei sale tehnico-materiale.

În acest scop, în ultimii ani s-au realizat şi continuă să se proiecteze şi să se realizeze unităţi de producţie industrială, secundară sau de deservire, în vederea executării de semifabricate şi prefabricate necesare şantierelor, precum şi asigurării de prestaţii legate de exploatarea utilajelor, aprovizionarea tehnico-materială etc., ca de exemplu :

— ateliere şi întreprinderi de prefabricate de beton şi beton armat cu capacităţi de 30 000—60 000 m^3/an ;

— ateliere şi întreprinderi de confecţii şi construcţii metalice cu capacităţi de 25 000—30 000 tone/an ;

— ateliere şi întreprinderi de confecţii şi prefabricate pentru instalaţii şi montaj ;

— uzine de piese de schimb cu capacităţi de 5 000—6 000 tone/an ;

— baze de aprovizionare ;

— baze de exploatare şi reparaţii de mijloace auto şi utilaje cu capacităţi de 1 000 000—1 200 000 ore/an ;

— baze complexe de producţie pentru întreprinderi de construcţii-montaj şi pentru şantiere mari.

La elaborarea documentaţiilor pentru aceste investiţii, colectivele de proiectare din I.P.C. au urmărit în permanenţă folosirea, în cea mai mare măsură posibilă, a proiectelor tip de elemente şi secţiuni, şi numai în lipsa acestora au elaborat proiecte proprii de elemente de prefabricate, în vederea creşterii gradului de tipizare şi prefabricare a construcţiilor respective.

În cele ce urmează ne vom referi în mod special la hale industriale, deşi preocuparea de tipizare şi prefabricare s-a extins şi la alte obiecte (silozuri, castele de apă, rezervoare, estacade etc.).

Condiţiile tehnologiei de producţie a investiţiilor menţionate au impus alegerea unor hale cu următoarele caracteristici :

— suprafeţe de 6 000—11 000 m^2 ;

— deschideri de 12—24 m, cu preponderenţa de 18 m ;

— travee de 6 m ;

— poduri rulante de 3,2 t, 5 t, și 12 t cu înălțimea la cîrlig de 4—6 m ;

— umiditate relativă a aerului pînă la 60% (în afară de atelierele de prefabricate de beton).

O atenție deosebită a fost acordată planului general, urmărindu-se comasarea unor spații cu funcțiuni tehnologice sau funcționale diferite într-o clădire unică. Soluțiile au fost date în urma unor adîncite studii tehnico-economice de variante, luîndu-se în considerație atît avantajele rezultînd din scurtarea distanțelor de transport, reducerea lungimii rețelelor pentru utilități, reducerea suprafeței totale necesare, cît și dificultățile legate de alăturarea unor spații cu condiții tehnologice diferite, sau realizarea unor clădiri din tronsoane cu deschideri, înălțimi și număr de niveluri diferite.

Pentru a prezenta evoluția diferitelor soluții constructive luate în considerație, am adus la nivel comparabil indicii de consum și cost, eliminînd influența înălțimilor diferite, a condițiilor speciale de fundare, a regiunilor seismice, a podurilor rulante.

A. ELEMENTE DE STRUCTURĂ

În ultimii ani, în proiectarea halelor pentru investițiile Ministerului Construcțiilor Industriale pot fi diferențiate trei etape caracteristice, corespunzătoare evoluției soluțiilor din proiectele tip.

Etapa I (1967—1968) în care s-au proiectat și executat bazele Întreprinderii montaje București, Întreprinderii de instalații București, Întreprinderii industriale de produse pentru construcții și Întreprinderii șantier de lucrări speciale pentru construcții București de pe platforma Popești-Leordeni și hala de reparații automacarale și utilaje grele de la Uzina de reparații Ploiești.

Caracteristica soluțiilor proiectate a constituit-o folosirea proiectului tip 2066. Ansamblul structurii a constat din :

— stîlpi preturnați ;

— ferme (proiect 2066) din panouri prefabricate asamblate prin precomprimare pentru deschiderea de 24 m și 18 m ; în unele cazuri, pentru deschiderea de 18 m, avînd în vedere dificultăți de livrare a panourilor de ferme din industrie, s-au proiectat ferme asemănătoare, dar preturnate dintr-o bucată ;

— chesoane de 6 × 1,5 m sau pane tipizate de 6 m la 3 m interax și plăci b.c.a. de 3 × 0,5 m ;

— grinzi de rulare tipizate pentru poduri.

Indicii caracteristici ai structurii pentru aceste soluții au fost :

— consum de oțel : cca 18,8 kg/m² pentru acoperirea cu chesoane și 20 kg/m² pentru plăci b.c.a. ;

— beton : 11,5 cm pentru acoperirea cu chesoane și 18,9 cm pentru acoperirea cu plăci b.c.a. (grosime medie) ;

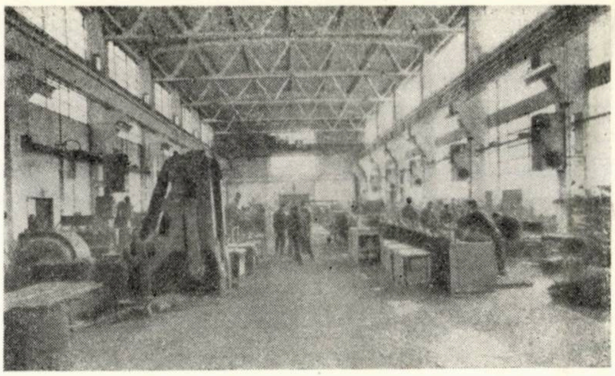


Fig. 1 — Folosirea fermelor de 18 m la atelierul mecanic I.M.B. de la Popești-Leordeni

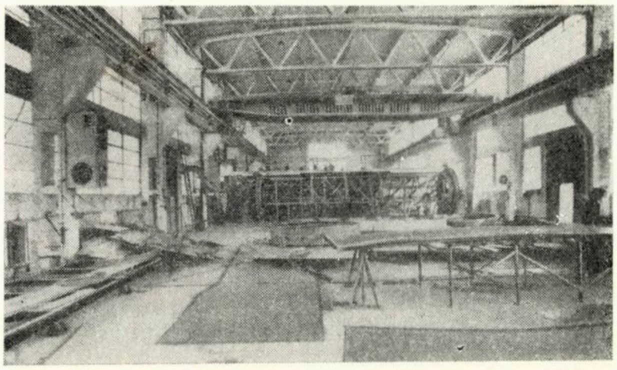


Fig. 2 — Folosirea fermelor de 18 m la atelierul de rezervoare rolate I.M.B. de la Popești-Leordeni

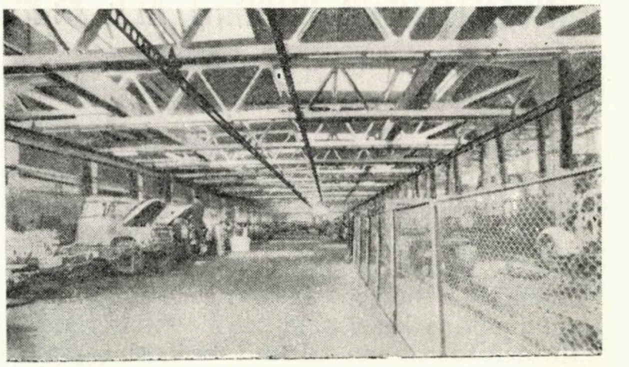


Fig. 3 — Ferme precomprimate de 24 m la Uzina de reparații Ploiești (cu grinzi rulante suspendate de ferme)

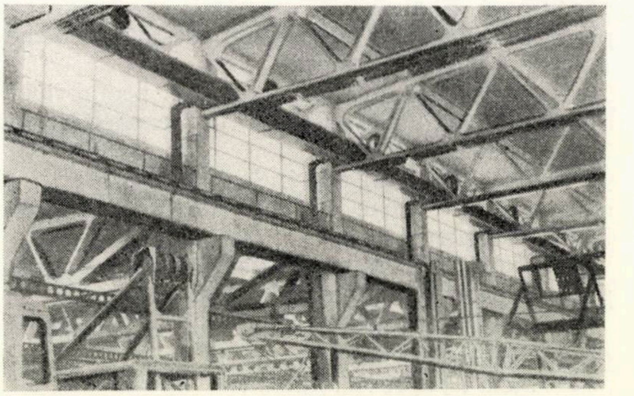


Fig. 4 — Uzina de reparații Ploiești. Detaliu

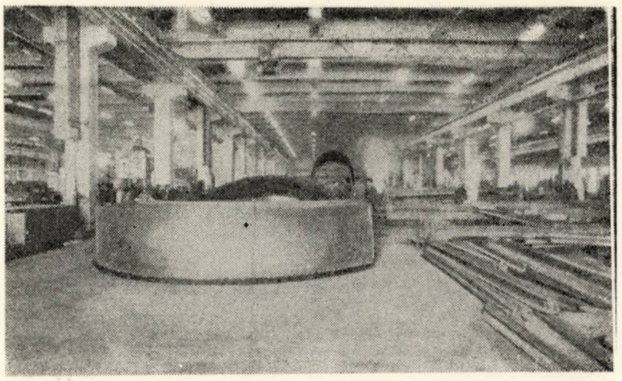


Fig. 5 — Atelierul de confecţii metalice Teleajen

— număr de elemente : 0,14 buc/m^2 pentru acoperirea cu chesoane şi 0,74 buc/m^2 pentru acoperirea cu plăci b.c.a. ;

— cost : 278—288 lei/m^2.

În figurile 1, 2, 3 şi 4 se ilustrează folosirea acestui tip de structură.

Etapa II (1968—1969—1970), în care s-au proiectat şi s-au executat — total sau parţial — Atelierul de confecţii metalice Teleajen, Baza de reparaţii auto-utilaje Slatina, Atelierul de prefabricate beton Găeşti şi Atelierul de construcţii metalice Găeşti.

La aceste lucrări, soluţiile pentru structură au fost determinate de folosirea proiectului tip 2115. Structurile au cuprins :

— stîlpi preturnaţi ;

— grinzi (proiect 2115) în I sau T din beton precomprimat de 18 m deschidere la 6 m interax sau la interax 3 m cu grinzi-jug ; la Atelierul de confecţii metalice Teleajen în locul grinzii-jug tip s-a proiectat o grindă-jug prefabricată special, servind şi de canal de ventilaţie, rezultînd indici tehnico-economici favorabili (fig. 5, 6) ;

— chesoane de 6 × 1,5 m sau 6 × 3 m sau plăci b.c.a. de 3 × 0,5 m ;

— grinzi de rulare tipizate pentru podurile rulante.

Soluţiilor le corespund următorii indici caracteristici :

— consum de oţel : 13,5 kg/m^2 pentru acoperirea cu chesoane şi 17,2 kg/m^2 pentru acoperirea cu b.c.a. ;

— beton : 11,7 cm, respectiv 14,6 cm (grosime medie) ;

— număr de elemente : 0,13 buc/m^2 pentru chesoane de 1,5 m lăţime ; 0,08 buc/m^2 pentru

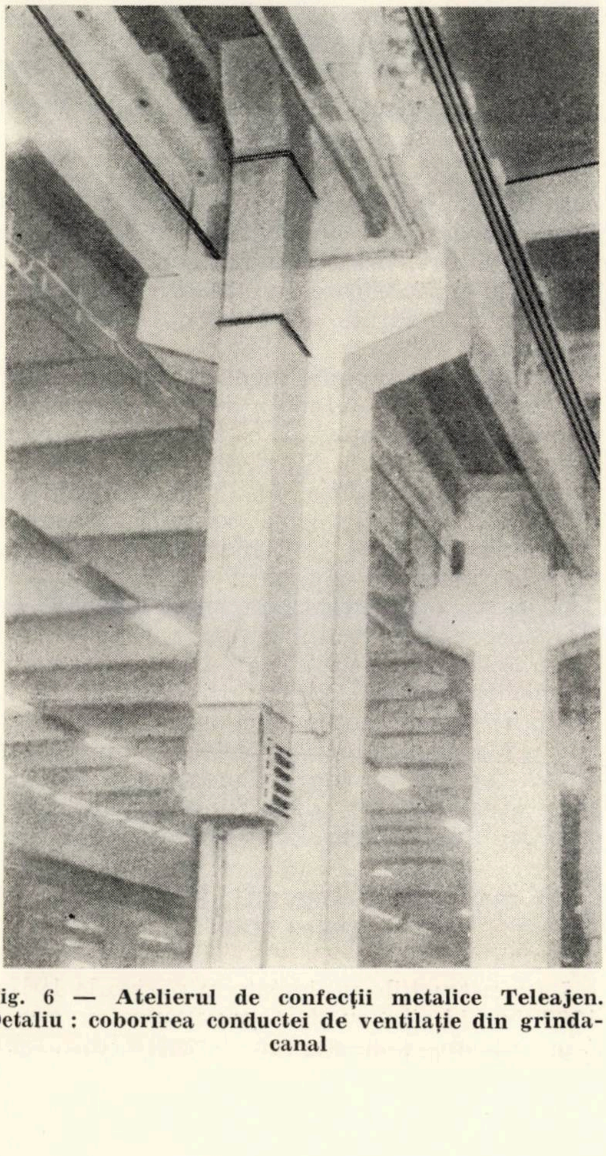


Fig. 6 — Atelierul de confecţii metalice Teleajen. Detaliu : coborîrea conductei de ventilaţie din grinda-canal

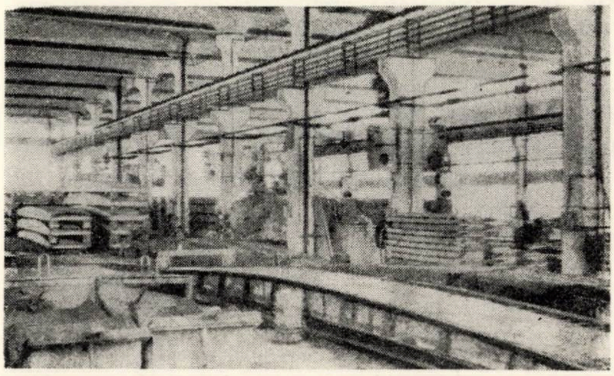


Fig. 7 — Atelierul de prefabricate de beton Găeşti. Folosirea grinzilor de 18 m din beton precomprimat

Fig. 8 — Baza de reparaţii auto-utilaje de la Slatina. Folosirea grinzilor de 18 m din beton precomprimat

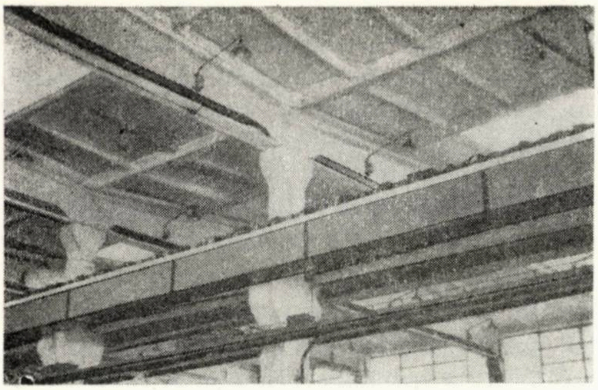


Fig. 9 — Baza de reparații auto-utilaje de la Slatina. Detaliu : stîlpi, cale de rulare, grinzi, chesoane, luminatoare

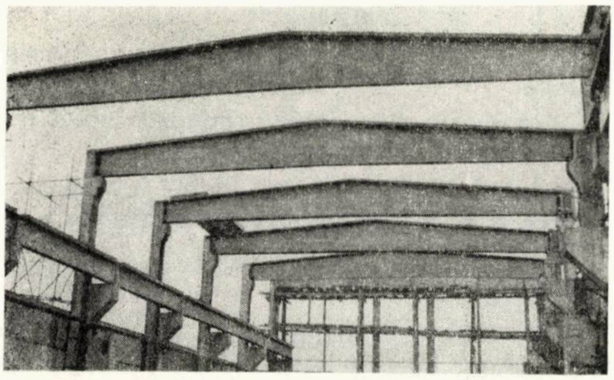


Fig. 10 — Turnătoria atelierului de construcții metalice de la Găești : grinzi precomprimate în curs de montaj

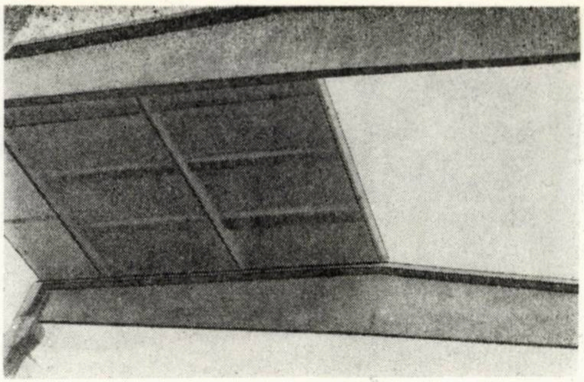


Fig. 11 — Turnătoria atelierului de construcții metalice de la Găești : faza de montaj

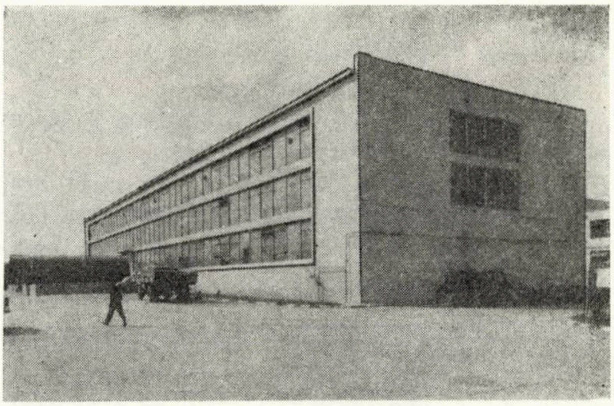


Fig. 12 — Atelierul mecanic I.M.B. de la Popești-Leordeni

chesoane de 3 m lățime și 0,7 buc/m^2 pentru plăci b.c.a. ;

— cost : 244 lei/m^2, respectiv 309 lei/m^2.

Exemple ale acestui tip de structură sînt prezentate în figurile 7, 8, 9, 10, 11.

Etapa III (1970) în care s-au proiectat bazele de reparații auto-utilaje Constanța și Bacău, baza de aprovizionare IIB Popești-Leordeni, Fabrica de piese de schimb Tg. Jiu. Soluțiile halelor la aceste investiții se caracterizează prin folosirea proiectelor 2149, 5040, 5041. Structura constă din :

— stîlpi preturnați ;

— grinzi longitudinale de 6 m prefabricate ;

— chesoane curbe sau elemente TT curbe precomprimate de 12 m sau 18 m deschidere (proiecte nr. 2149, 5040, 5041).

Indicii caracteristici ai acestor structuri sînt :

— consum de oțel : 10,3 kg/m^2 pentru elemente TT curbe și 12 kg/m^2 pentru chesoane curbe ;

— beton : 13 cm, respectiv 14,55 cm (grosime medie) ;

— număr de elemente : 0,06 buc/m^2 ;

— cost : 261 lei/m^2, respectiv 291 lei/m^2.

Analizînd această sumară evoluție a folosirii proiectelor tip la investițiile realizate în ultimii ani, constatăm că, la costuri în oarecare scădere, s-a reușit o reducere simțitoare (cu cca 10 kg/m^2) a consumului de metal în structură, precum și o îmbunătățire a gradului de industrializare, prin creșterea sortimentului de elemente prefabricate livrate din industrie și reducerea numărului de elemente necesar a fi montate pe m^2.

În toate exemplele menționate s-a folosit traveea de 6 m, avînd în vedere că procesul tehnologic nu impunea o travee mai mare, precum și datorită lipsei, în anii trecuți, a unei grinzi de rulare de 12 m în producția industrială. De altfel, la soluțiile bazate pe proiectele tip 2066 și 2115 traveea de 12 m duce la consumuri mai mari.

În cazul elementelor de suprafață TT sau chesoane curbe, rezultă varianta cu traveea de 12 m (chesoane sau TT de 12 m așezate pe grinzi transversale precomprimate de 18 m) cu indici tehnico-economici aproximativ egali cu cei corespunzători traveei de 6 m, ceea ce ne va face să ne îndreptăm atenția în viitor spre aceste soluții, date fiind avantajele pe care le oferă procesului tehnologic adăpostit.

B. ELEMENTE PENTRU ÎNCHIDEREA HALELOR

La construcțiile proiectate în perioada 1967—1968 închiderile au fost prevăzute cu suprafețe vitrate, realizate cu ferestre din tablă

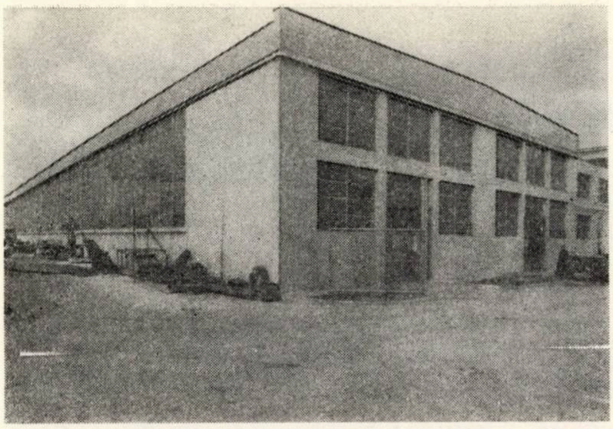


Fig. 13 — Atelierul de prefabricat conducte al I.M.B. de la Popești-Leordeni

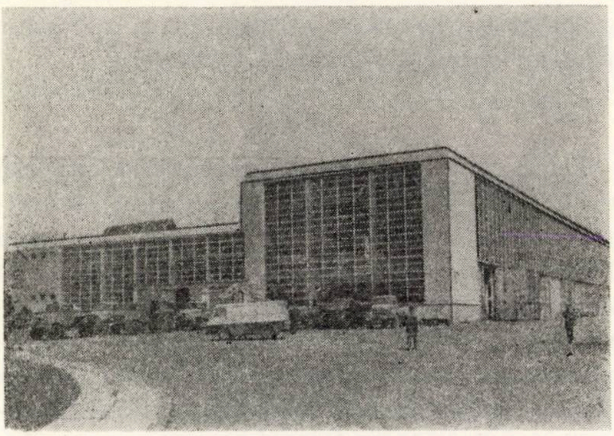


Fig. 14 — Uzina de reparații de la Ploiești. Hala de reparații automacarale și utilaje grele

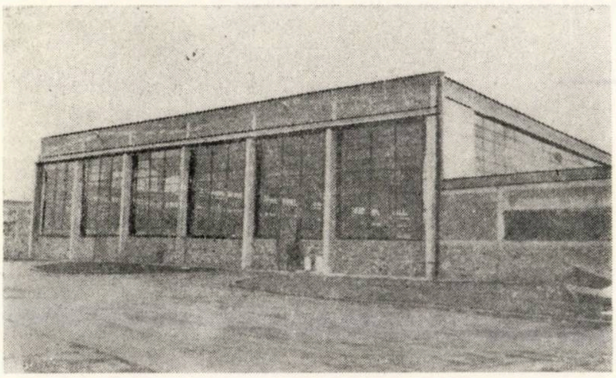


Fig. 15 — Baza de reparații auto-utilaje de la Slatina

ambutisată, între parapet și grinda atic sau cornișă. Parapetul cu înălțimea de 0,9—1,8 m au fost realizat din zidărie din înlocuitori de cărămidă. Grinda atic sau cornișa sînt elemente prefabricate (de obicei preturnate) din beton armat. Exemple : halele de la bazele Popești-Leordeni, Uzina de reparații Ploiești, baza de reparații auto-utilaj Slatina, Atelierul de prefabricate beton Găești etc. (fig. 12, 13, 14, 15, 16).

Consumul de oțel la suprafețele vitrate se ridică la 12—16 kg/m^2, în funcție de ponderea ferestrelor cu ochiuri mobile.

Sarcina de prefabricare a elementelor de închidere, necesitatea reducerii consumului de oțel, tendința de extindere a halelor oarbe ne-au condus în 1968 la elaborarea și realizarea unor elemente prefabricate verticale de 9 m înălțime și 1,5 m lățime pentru închiderea halei Atelierului de confecții metalice Teleajen (fig. 17, 18).

Panourile au fost concepute cu un strat izolator termic din plăci de b.c.a. de 10 cm între două straturi de beton greu, în total avînd o grosime medie de 18,5 cm. Greutatea unui panou este sub 5 t, corespunzător capacității mijloacelor de ridicare din Atelierul de prefabricate Teleajen, unde au fost realizate. Turnarea s-a făcut în tipare din placaj bachelitizat. Transportul pe distanța de 1,5 km s-a efectuat cu treilere.

Consumul de oțel (OB 38) este de cca 8 kg/m^2 de perete (cu 33—50% mai redus decît la suprafețele vitrate).

În anul 1970, intrînd în funcțiune la Fabrica de prefabricate Craiova linia de fabricație a

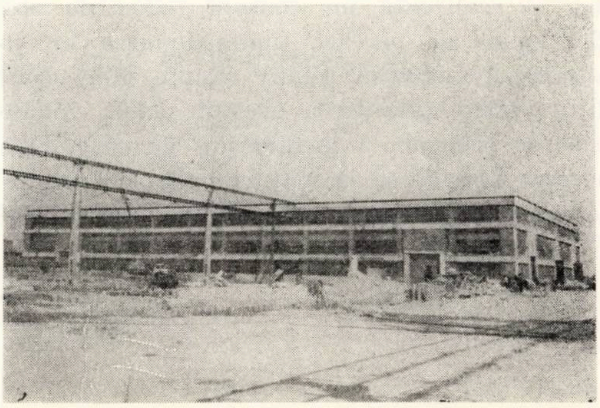


Fig. 16 — Atelierul de prefabricate din beton de la Găești

Fig. 17 — Atelierul de confecții metalice de la Teleajen

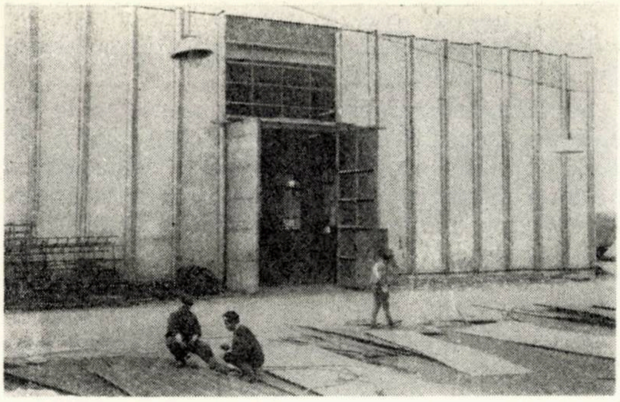


Fig. 18 — Atelierul de confecții metalice de la Teleajen. Panouri verticale prefabricate pentru pereți exteriori

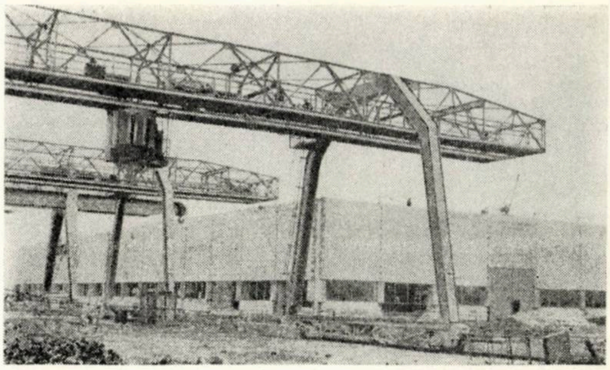


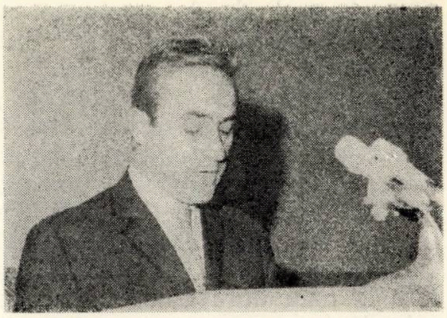
Fig. 19 — Atelierul de construcții metalice la Găești. Pereți exteriori în curs de montaj

panourilor orizontale de pereți exteriori din b.c.a., s-a trecut la folosirea proiectului tip I.P.C. 1585 pentru halele de la Atelierul de construcții metalice Găești, bazele de autoutilaje Bacău și Constanța, Întreprinderea de aparataj electric pentru construcții, baza de aprovizionare I.I.B. Popești-Leordeni, Fabrica de piese de schimb Tg. Jiu (fig. 19).

Această soluție asigură o izolare termică foarte bună, corespunde în general condițiilor de umiditate relativă a aerului la aceste clădiri și realizează un consum redus de oțel (5,5 kg/m^2 de perete). Confecționarea lor în fabrică și montajul relativ simplu oferă condiții pentru extinderea acestui sistem industrial de realizare a închiderilor de hale. Este necesar însă să se ia măsurile tehnico-organizatorice pregătitoare, în special dotarea șantierelor cu scule și dispozitive pentru manipulare și montaj, precum și executarea în fabrică a pieselor speciale metalice de prindere.

* * *

După cum rezultă din prezentarea succintă de mai sus, la elaborarea documentațiilor pentru investițiile proprii ale M.C.Ind. în cadrul I.P.C. s-a urmărit folosirea, în cea mai largă măsură posibilă, a proiectelor tip, aceasta permițînd și urmărirea primelor rezultate ale aplicării lor. S-a realizat astfel o mai strînsă legătură a proiectării tip cu proiectarea investițiilor, cu rezultate favorabile atît pentru elaborarea noilor proiecte tip, cît și pentru asigurarea unor indici tehnico-economici superiori ai construcțiilor proiectate.



Ing. GHEORGHE SĂNDULESCU
I.P.C.

EVOLUȚIA CONCEPȚIEI DE PROIECTARE A ELEMENTELOR TIPIZATE UTILIZATE LA REALIZAREA HALELOR INDUSTRIALE

Creșterea continuă a investițiilor în industrie a impus executarea construcțiilor industriale în termene tot mai scurte, în condiții superioare de economicitate și calitate, a făcut ca, treptat, concepția privind alcătuirea și realizarea acestora să capete o altă orientare, avînd la bază o gîndire nouă, aceea a industrializării execuției.

De-a lungul perioadei ultimilor 15 ani, procesul de execuție s-a transformat într-un proces de producție industrială, atît la fabrică, cît și pe șantier, supus legilor specifice de dezvoltare. Cele de mai sus au introdus elemente și parametri noi în gîndirea inginerului constructor, creînd totodată raporturi de corelare și subordonare a muncii de concepție în proiectare, față de metodele și mijloacele tehnice de execuție.

Între concepția structurală și tehnica de execuție s-a creat deci o intercondiționare, care nu poate sub nici un motiv să mai fie evitată ; de rezolvarea acestor doi factori, care reprezintă două laturi ale aceleiași probleme, depinde astăzi asigurarea volumului de construcții în termenele și condițiile de calitate cerute.

Schimbarea concepției de proiectare a structurilor în timp, salturile sau evoluția lentă a acestora au marcat fidel salturi sau procese evolutive lente în dezvoltarea mijloacelor tehnologice de producție, și invers.

Proiectarea tip, prin specificul său de sinteză în abordarea problemelor, s-a găsit și se găsește, prin firea lucrurilor, între condiționările funcționale ale construcției cerute de procesul tehnologic și cele impuse de industrializarea execuției.

Înțelegerea acestei poziții a proiectării tip face posibilă înțelegerea și aprecierea evoluției în timp a soluțiilor structurale de ansamblu și de detaliu promovate prin tipizare în ultimii 15 ani.

Totodată, evoluția gîndirii și a cercetării pe plan teoretic și experimental, acumularea unei experiențe proprii în proiectarea și execuția acestor construcții, precum și îmbogățirea continuă a sortimentului de materiale disponibile, au constituit condiții obiective de fundamentare a soluțiilor constructive ce au putut fi adoptate pe etape.

Etapele la care ne referim reprezintă intervale de 3—4 ani, perioade de timp în care progresul firesc, realizat atît pe planul concepției construcției, cît și pe planul mijloacelor tehnologice de producție, poate fi dublat de un cadru material corespunzător, astfel încît producția industrială să poată fi realizată. În același timp, în perioada menționată, soluțiile în actualitate suferă o uzură morală, rezultată din dezacordul ce se creează între condițiile inițiale avute în vedere la proiectarea lor, pe de o parte, și cele create prin evoluția ulterioară pe parcurs, pe de altă parte. Cele de mai sus determină condiții obiective pentru schimbarea periodică a soluțiilor.

Pentru halele industriale parter, structurile adoptate în intervalul de timp amintit au par-

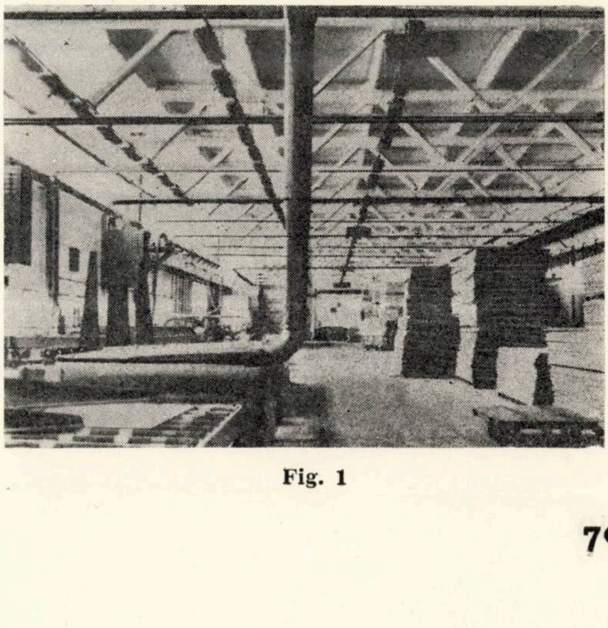


Fig. 1

curs drumul de la preturnarea parţială pe şantier, pînă la prefabricarea integrală în fabrici special echipate.

În prima etapă, tehnologia de preturnare pe şantier a necesitat proiectarea unor structuri avînd elementele principale de tip fermă, arc, sau grindă, rezolvate în beton armat cu mărci de beton reduse (B 200 ÷ B 250) şi secţiuni transversale larg dimensionate. Elementele secundare, singurele produse uzinate, erau limitate la maximum 1 000 kg greutate şi 6,0 m^2 gabarit, corespunzător posibilităţilor tehnologice din fabrici în perioada de dinaintea anului 1958 (fig. 1).

Prin dezvoltarea şi dotarea superioară a fabricilor de prefabricate, se creează, începînd cu anii 1958-1960, condiţii noi, care impun schimbarea radicală a concepţiei de rezolvare statică şi constructivă a structurilor în ansamblu şi a elementelor componente.

Fabricile preiau treptat producţia integrală a elementelor structurale, executîndu-le mai întîi din fragmente limitate la 3,0 t şi apoi la 5,0 t, pentru ca mai tîrziu să fie asimilată producţia curentă a pieselor dintr-o bucată de 10,0 t şi în prezent 18,0 t.

În pas cu modernizarea liniilor de fabricaţie, proiectarea tip a conceput structurile corespunzătoare, care au avut drept caracteristică dominantă, generalizarea utilizării betonului precomprimat, în locul betonului armat (fig. 2).

Calitatea betoanelor folosite creşte la B 400 şi B 500, iar armăturile de rezistenţă din oţel, calitatea OB 38 sau PC 52, sînt înlocuite cu oţeluri superioare PC 60, TOR şi sîrme SBP.

Limitarea produsului uzinat la greutăţi maxime de 3 şi respectiv 5 t a impus adoptarea tehnologiei de precomprimare pe şantier prin utilizarea fascicolelor postîntinse rezolvîndu-se astfel problema asamblării elementelor alcătuite din fragmente (fig. 3). S-au tipizat ferme cu zăbrele, realizate din panouri prefabricate produse uzinat, de 6 şi 9 m lungime (fig. 4), cu care s-au soluţionat halele cu deschideri de 12 ; 15 ; 18 ; 24 m şi 6-12 m travee. Elementele secundare, de asemenea uzinate, ajung la greutăţi de 2,5 t şi 18 m^2 gabarit — chesoane de 3 m × 6 m sau în variantă pane şi plăci b.c.a. de 3,0 m lungime.

Experienţa de execuţie a tipurilor de structuri de mai sus, în perioada 1962-1967, a scos în evidenţă dificultăţile sistemului, legate în special de necesitatea efectuării operaţiei de precomprimare pe şantier — operaţie de înaltă calificare cu consum mare de manoperă, ce reclamă concomitent, pe o mare răspîndire teritorială, lucrători specializaţi (fig. 5) — şi de faptul că piesele ce se transportă la şantier pe distanţe mari şi în condiţii rutiere grele, fiind fragile şi din beton armat, se degradau apreciabil.

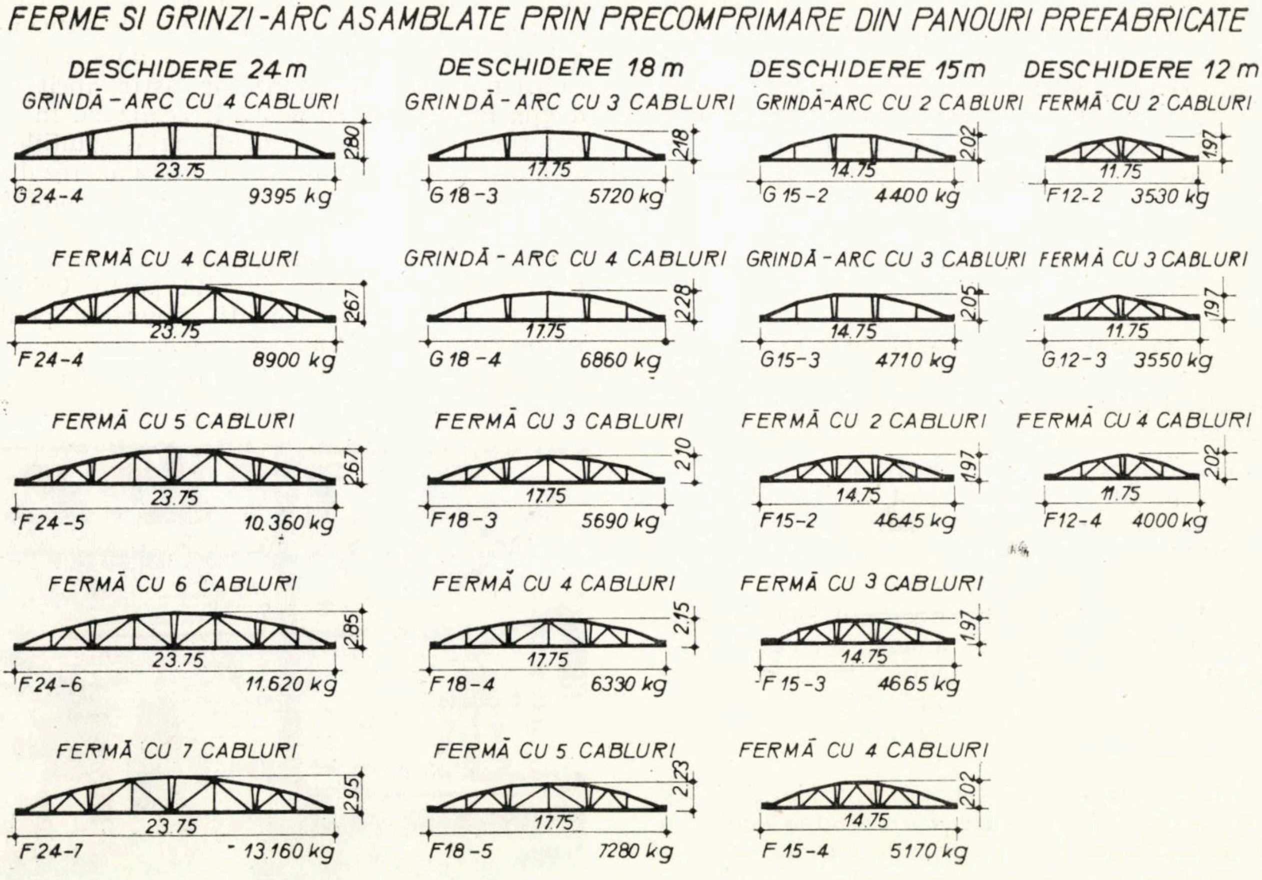


Fig. 2

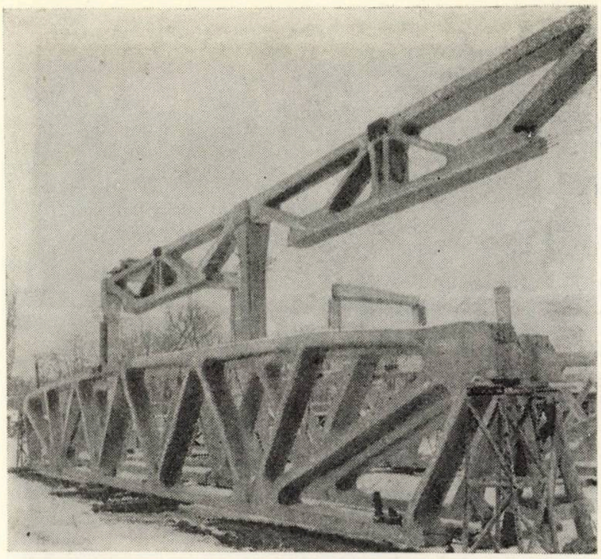


Fig. 3

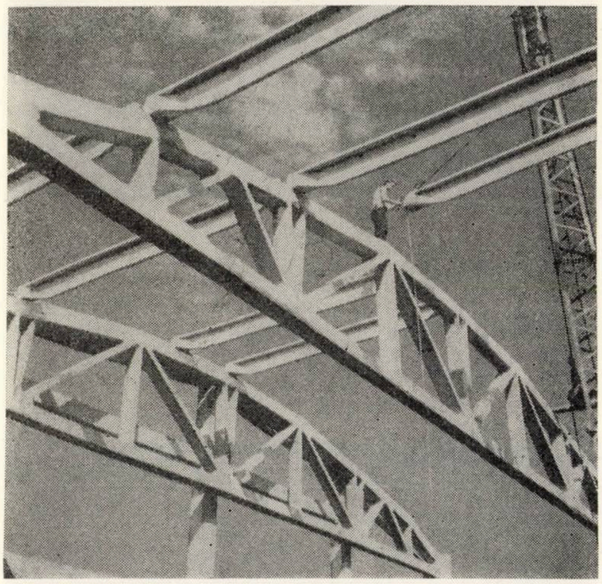


Fig. 4

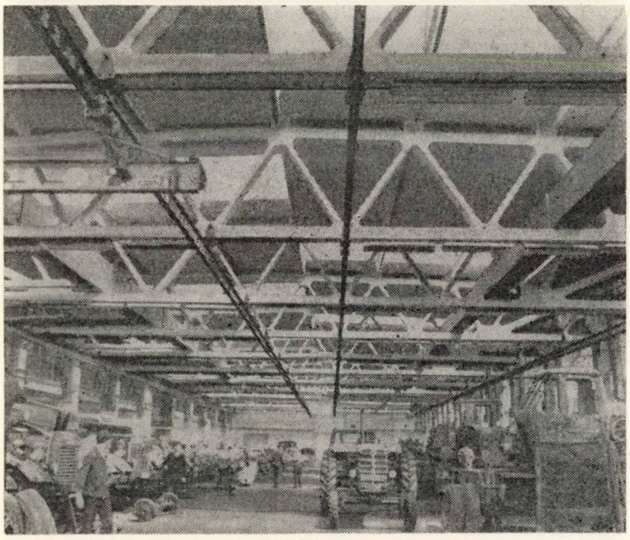


Fig. 5

Concluzia ce se impunea era una singură : executarea în fabrici a pieselor dintr-o singură bucată, cu precomprimarea realizată pe linia tehnologică de fabricație, piesa livrată șantierului reprezentînd un produs finit gata de montaj (fig. 6). Preluarea acestei concluzii în proiectarea tip a necesitat fundamentarea unei concepții noi de alcătuire structurală a halelor parter, prin utilizarea ca element principal a grinzii cu inimă plină din beton precomprimat. Halele de 12 ; 15 și 18 m deschidere și 6 m travee își găsesc astfel o nouă rezolvare, prin

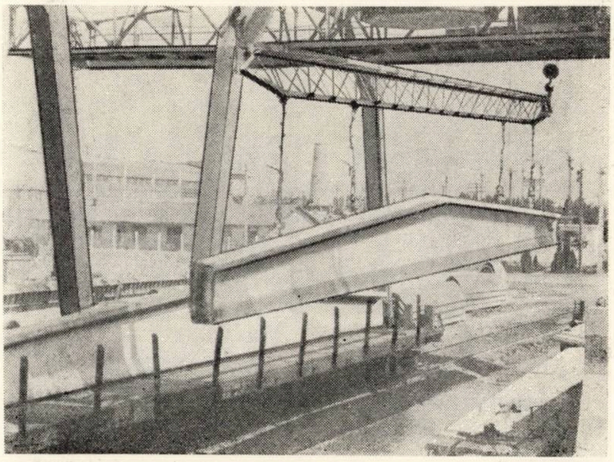


Fig. 6

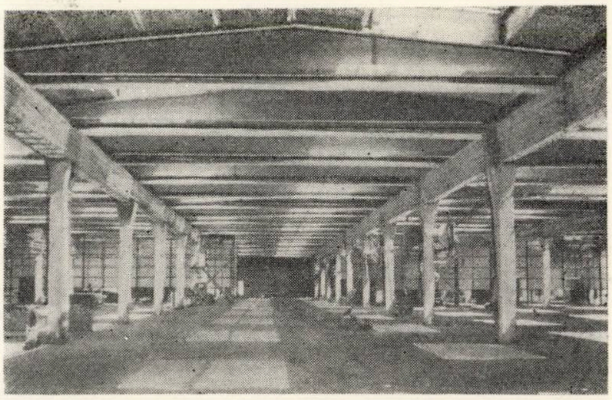


Fig. 7

utilizarea grinzilor produse dintr-o bucată (fig. 7) de 10-12 t greutate. Tonajul impus de tehnologia de execuție, limita interaxul acestor elemente la 3,0, maximum 6,0 m, ceea ce făcea în continuare necesară utilizarea elementelor secundare de 6,0 m de tip cheson, din b.a. Pe de altă parte, extinderea folosirii halelor cu 12 m travee (fig. 8), în soluția de mai sus, necesită realizarea unor structuri cu grinzi longitudinale și transversale și deci cu rezemări de ordinul II, mai puțin agreate din punct de vedere al concepției de ansamblu.

Iată deci că într-un interval scurt de timp (1966-1968), în paralel cu asimilarea și gene-

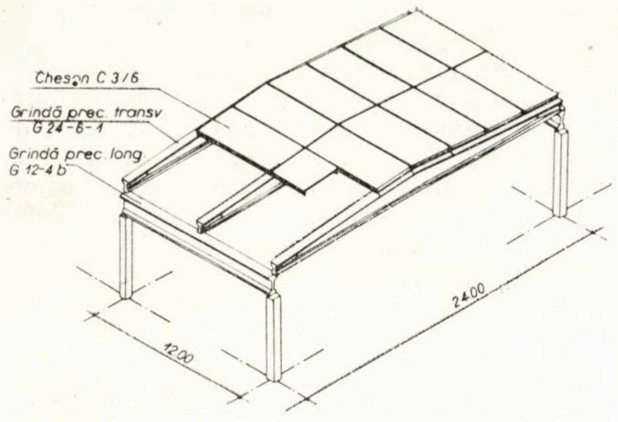


Fig. 8

ralizarea producţiei de prefabricate de 10-12 t, condiţii obiective au impus împingerea limitei de greutate a produsului uzinat la 18,0 t ; halele de 12 ; 15 ; 18 m deschidere şi 12,0 m travee capătă astfel rezolvări structurale raţionale constînd din :

— grinzi transversale la 12,0 m interax şi elemente secundare de 12 m lungime ;

— grinzi longitudinale de 12,0 m lungime şi elemente secundare de 12 ; 15 ; 18 m deschidere.

Mărirea capacităţii portante a grinzilor principale, corespunzător greutăţii de 18,0 t, creează, în plus, posibilităţi noi pentru elementele secundare : acestea, într-o primă fază, se re-

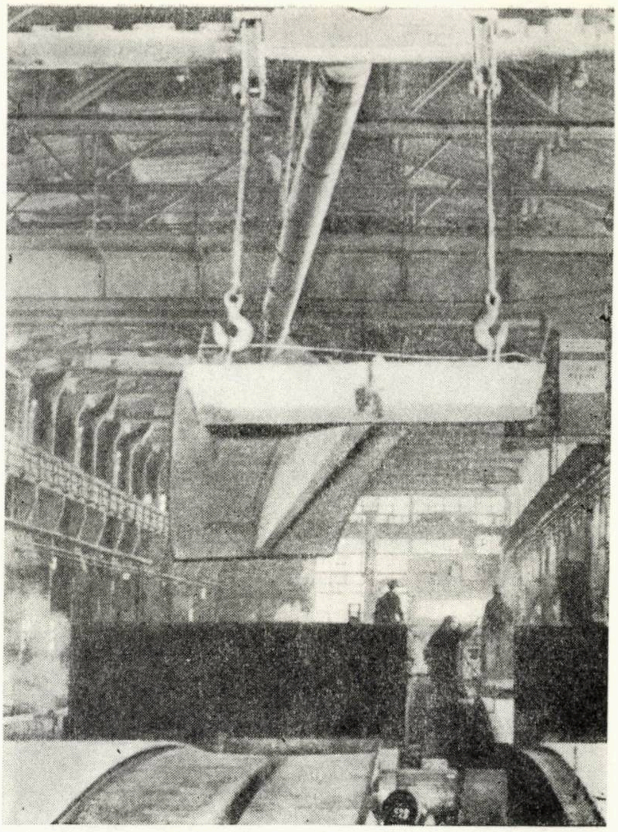


Fig. 10

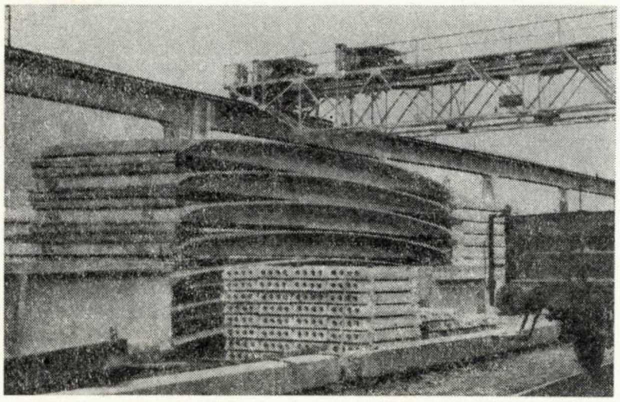


Fig. 9

alizează de 12,0 m lungime (fig. 9) din beton precomprimat şi, puţin mai tîrziu, de 15,0 şi 18,0 m deschidere (fig. 10) — elemente de tip chesoane TT curb sau T curb ce acoperă 26 şi chiar 54 m^2 de acoperiş. Întreaga structură a acoperişului se rezolvă cu un număr minim de piese, în întregime din beton precomprimat, în cadrul unor soluţii omogene (fig. 11), avantajoase atît din punct de vedere al concepţiei de alcătuire, cît şi din punct de vedere al eficienţei economice.

Posibilităţile materiale de realizare tehnologică a tipurilor de prefabricate concepute în

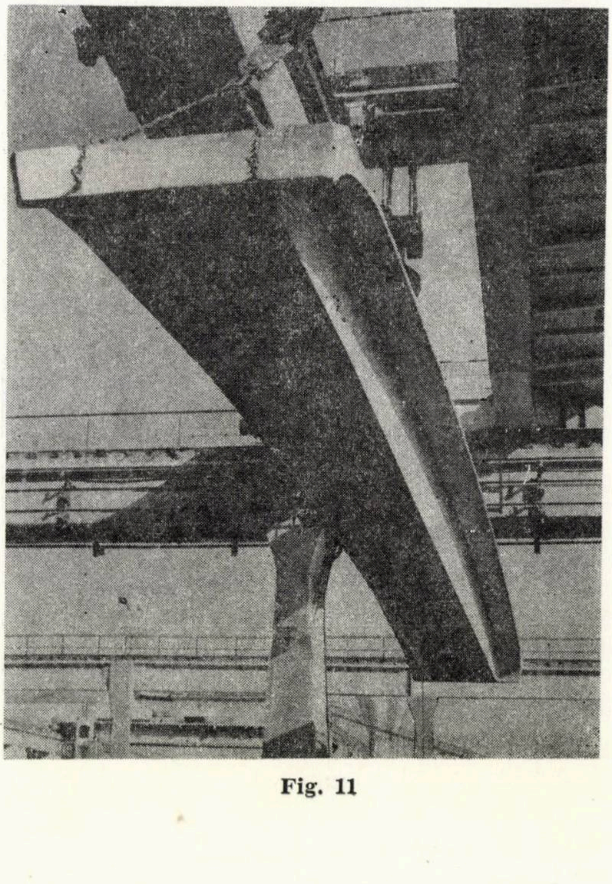


Fig. 11

etapele amintite mai sus fac ca, concomitent, în aceeași perioadă de timp să se producă elemente structurale diferite. Ele corespund etapei anterioare, în măsura în care baza ei materială nu a fost încă amortizată, etapei prezente în care soluțiile respective sînt produse generalizat și unei etape de viitor, care începe să se contureze prin pregătirea unei producții limitate de noi tipuri. De exemplu, în etapa actuală se produc și se aplică concomitent : structuri cu ferme reprezentînd concepția din trecut, structuri cu grinzi — reprezentînd concepția prezentă — și structuri cu elemente de suprafață, concepția de viitor imediat.

Trebuie să admitem aceasta ca un element rațional și logic, întrucît fabricația industrială reclamă, ca un atribut de bază, continuarea producției, schimbările tehnologiei trebuind să fie făcute fără producerea de perturbări. Desigur că, între cele trei familii de structuri produse concomitent, se pot cu ușurință face departajări din punct de vedere al indicatorilor tehnico-economici, care, în mod firesc, ar recomanda generalizarea imediată a soluției ultime. Cum acest lucru nu este posibil, așa cum s-a arătat mai înainte, nu rămîne decît ca aplicarea concomitentă în investiții a structurilor produse în același timp să se facă cu discernămînt, căutîndu-se realizarea unui acord maxim între cerințele funcționale legate de exploatare, posibilitățile de execuție și tipul structurii adoptate.

Pe de altă parte, ideea generalizării unei singure soluții sau a unui număr foarte limitat de soluții nu poate fi acreditată, dat fiind faptul că se creează în mod nerațional servituți funcționale. În locul generalizării, prin absolutizarea unei soluții unice-optime, experiența cîștigată în tipizare indică, dimpotrivă, diversificarea pe o gamă de soluții cu parametri complementari, care să satisfacă în mod economic cerințele funcționale, în acord cu posibilitățile materiale de fabricație și execuție pe șantier.

Problema mai prezintă de altfel și un alt aspect : trecerea la noi tipuri de elemente structurale, ca de exemplu introducerea elementelor de suprafață de 36-54 m^2 și 18 t greutate impune, pe lîngă utilajele de fabricație

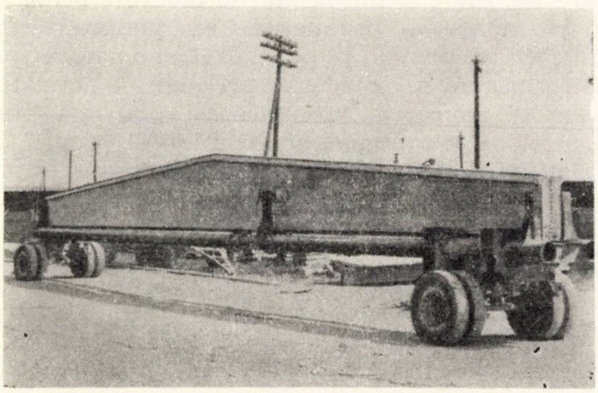


Fig. 12

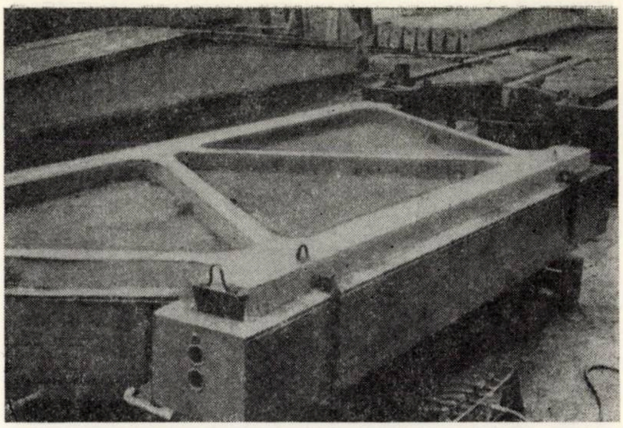


Fig. 13

respective (fig. 12), dotarea corespunzătoare cu mijloace de transport, manipulare și montaj. Generalizarea aplicării imediate, în exclusivitate, a acestei unice soluții nu poate fi concepută, întrucît parcul de mijloace de mecanizare și transport disponibil în construcții nu poate acoperi de la o zi la alta cerințele astfel create : transformarea lui rapidă, în acord cu noile necesități, mai înainte ca vechile utilaje să fie amortizate, ar crea costuri suplimentare atît de mari încît întreaga economie obținută cu elementul de concepție optimă s-ar anula. Rezultă deci că trecerea de la o etapă la alta de concepție și aplicare a noilor structuri trebuie făcută progresiv, printr-o îmbinare rațională și armonioasă a cerințelor funcționale și constructive cu baza materială de realizare și punere în operă a prefabricatelor.

În evoluția concepției de proiectare a elementelor tipizate, pe lîngă aspectele generale, de ansamblu, amintite mai înainte, trebuie semnalat și un altul, specific producției industriale, și anume *detaliul*. Departe de a mai putea fi neglijată, rezolvarea de detaliu a unui prefabricat a devenit un element esențial în proiectare, la fel de important ca oricare din problemele de ansamblu. Putem vorbi astfel despre o concepție de detaliu a piesei prefabricate, căreia în proiectarea tip i s-a acordat o importanță maximă, dat fiind caracterul industrial al produsului. Pentru grinzile cu inimă plină din beton precomprimat, de exemplu, rezolvarea secțiunii transversale în T, cu pantele necesare și cu eliminarea îngroșărilor la capete, este o consecință a studiului de detaliu, necesitat de cerințele tehnologiei de execuție în tipare autoportătoare cu decofrare hidraulică prin expulzare. În mod asemănător, aceeași tehnologie de execuție în decofrare automată a impus soluția de detaliere a panourilor prefabricate de ferme (fig. 13). Pentru a se reuși execuția și decofrarea unor piese de 36 m^2 — elementele TT curb de 3 m $\times$ 12 m și 2 m $\times$ 18 m, — prin utilizarea dispozitivelor de formare cu mecanizare maximă, a fost necesar un studiu amănunțit al conformării elementului în zonele de capăt, soluția definitivă

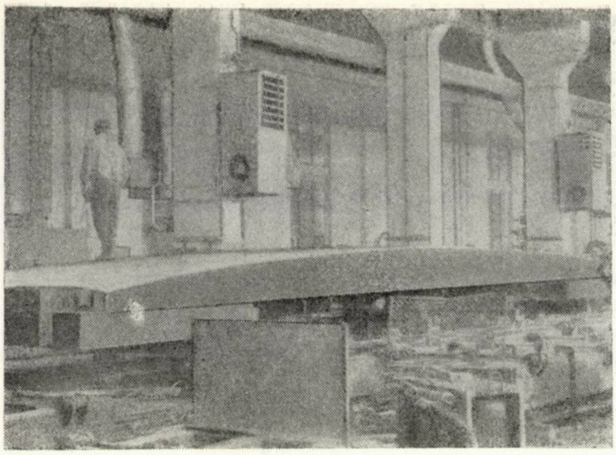


Fig. 14

(fig. 14) fiind stabilită numai după efectuarea a nenumărate experimentări tehnologice.

Asemenea exemple se pot da practic pentru oricare din elementele tipizate și cred că nu greșim dacă apreciem că, în cea mai mare măsură, bunele rezultate obținute în fabricația elementelor tip pentru construcții industriale s-au datorat modului realist în care au fost rezolvate problemele de detaliu, în strînsă colaborare cu tehnologia de execuție.

* * *

Cei 15 ani de activitate neîntreruptă în domeniul tipizării halelor industriale ne-au arătat că evoluția concepției de alcătuire a ansamblurilor structurale și a elementelor prefabricate componente se realizează, de fapt, prin două căi, și anume :

- prin perfecționarea gîndirii vechi în acord cu creșterea necesităților funcționale în corelație cu dezvoltarea mijloacelor materiale de producție industrială ; se parcurge astfel un drum continuu de transformare a unor soluții cu un procent avansat de uzură morală, pe noi parametri constructivi, superiori ;
- prin introducerea unei gîndiri noi, structural deosebite de cea anterioară și care necesită adoptarea unor mijloace tehnologice de producție diferite de cele anterioare.

Cele două căi amintite reprezintă, de fapt, două aspecte, numai în aparență diferite, ale aceluiași factor obiectiv, care este mersul înainte al gîndirii în proiectarea tip pentru satisfacerea, într-o măsură din ce în ce mai mare, a cerințelor impuse de dezvoltarea cantitativă și calitativă a construcțiilor industriale la noi în țară.

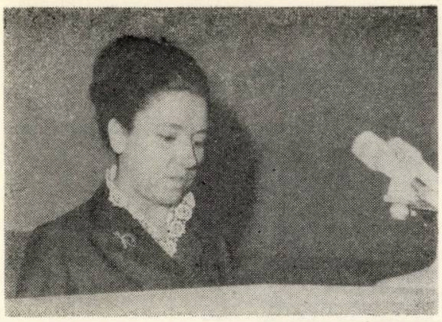
În acest sens, eforturile făcute de către colectivul de tipizare din I.P.C., de-a lungul intervalului de timp amintit, au cunoscut succese, frămîntări și inerente ezitări în căutarea unei concepții proprii de abordare a problemelor tipizării. Ne-am sprijinit în această importantă acțiune pe înțelegerea, priceperea și dragostea de meserie ale unor cadre talentate din colectivul nostru, care s-au dăruit cu pasiune și consecvență activității de tipizare, care au înțeles și înțeleg importanța și rolul acesteia în dezvoltarea sectorului de construcții industriale la noi în țară. Am fost sprijiniți în munca noastră, într-un mod hotărîtor, de către factorii de răspundere pe linie de îndrumare și avizare care s-au străduit în permanență în vederea stabilirii unei concepții unitare în tipizare, în acord cu perspectivele de dezvoltare imediată și de viitor a sectorului de construcții.

Nu putem să nu mulțumim cu toată sinceritatea colegilor noștri din INCERC și alte unități de cercetare, care în permanență au colaborat alături de noi, dăruindu-și întreaga lor capacitate profesională și putere de muncă în scopul stabilirii bazelor teoretice și experimentale pe care s-a fundamentat concepția rezolvărilor tip.

De asemenea, multora din tehnicienii de valoare din cadrul Centralei industriale a prefabricatelor de beton, constructori entuziaști, deosebit de receptivi în promovarea noului, trebuie să le prezentăm aprecierea și recunoașterea deschisă a eforturilor neobosite făcute, în cadrul colaborării cu proiectanții din tipizare, pentru perfecționarea concepției generale și de detaliu în proiectarea prefabricatelor.

Alături de factorii de mai sus, aportul colegilor noștri din institutele de proiectare de investiții pe ramură, prin datele furnizate inițial la întocmirea corectă și cu discernămînt a soluțiilor tipizate, ca și prin transmiterea experienței cîștigate, creează premise realiste pentru dezvoltarea continuă a tipizării.

Iată deci că munca de concepție în tipizare se dovedește a fi rolul activității unui mănunchi de specialiști care au înțeles, dincolo de barierele administrative ale unităților din care fac parte și indiferent de pozițiile ocupate în organizarea producției, că generalizarea aplicării unor soluții calitativ superioare pe întreaga țară necesită eforturi comune corelate, necesită aducerea, la o aceeași planșetă de proiectare, a fanteziei și experienței proprii, a frămîntărilor și dorinței de progres.



REZOLVĂRI ACTUALE ȘI DE VIITOR PENTRU HALE INDUSTRIALE PARTER

Ing. **MIOARA DABIJA**, ing. **CORNELIA NELEPCU**,
ing. **RODICA VASILESCU**
I.P.C.

Tipizarea halelor industriale parter abordează în prezent un domeniu variat de preocupări cu tendința de a furniza investitorilor rezolvări cît mai adecvate procesului tehnologic ce se desfășoară în halele de producție.

În unele industrii — cum ar fi de exemplu industria constructoare de mașini — fluxul tehnologic se desfășoară frecvent în ambele sensuri, ceea ce necesită trecerea dintr-o navă în alta. De asemenea, în halele moderne, în perioade scurte de timp apar schimbări ale procesului de producție care se traduc în modificări ale fluxurilor tehnologice, ale circulației utilajelor de ridicare și transport etc.

O rezolvare adecvată pentru asemenea necesități o constituie adoptarea halelor cu tramă pătrată, care prezintă avantaje incontestabile privind universalitatea funcțională, posibilitatea desfășurării procesului tehnologic în ambele sensuri, ca și posibilitatea modificării lui în timp.

La structurile cu deschideri mari (24 m) rezolvarea curentă s-a făcut pînă în prezent, prin utilizarea, ca element portant principal, a fermelor sau grinzilor metalice sau a fermelor din panouri de beton armat asamblate pe șantier prin precomprimare.

Dotarea actuală a unităților de producție cu mijloace de ridicare grele, permite execuția în fabricile de prefabricate a unor elemente de pînă la 18,5 tone și face astfel posibilă extinderea betonului precomprimat și la tramele de 24 m × 6 m sau 24 m × 12 m.

Pentru diversificarea tipurilor de structuri tipizate — ca urmare a unor necesități recent apărute — au fost studiate hale parter cu acoperiș în pantă continuă fără dolii.

Aceste structuri prezintă avantajul eliminării canalizărilor pentru colectarea apelor pluviale în interiorul construcției, degajînd astfel solul sub cota zero, factor important în tehnologiile care reclamă canale tehnologice, fundații de utilaje etc.

Un domeniu important al preocupărilor noastre este realizarea structurilor cu elemente ușoare de închidere. Aceasta s-a concretizat prin studierea unor panouri din materiale rezistente și ușoare, ca de ex. profile din tablă îndoită, oțeluri superioare, betoane ușoare de granulit sau b.c.a., azbociment etc.

Sintetizînd cele arătate, rezultă că pentru a răspunde unor necesități multiple, tipizarea halelor industriale parter capătă în prezent valențe noi, urmărindu-se în principal următoarele :

— folosirea elementelor prefabricate din beton precomprimat în concordanță cu dezvoltarea și modernizarea unor tehnologii ;

— utilizarea elementelor din beton precomprimat la trame mari (24 m × 6 m și 24 m × 12 m) ;

— diversificarea tipurilor de prefabricate în vederea compunerii unor structuri cu funcțiuni variate (hale cu colectarea apelor perimetral, anexe la industrie etc.) ;

— introducerea în construcție a unor materiale noi cu scopul reducerii greutății proprii a ansamblului.

Hale cu trama patrată

În alegerea soluțiilor constructive la hale cu tramă pătrată a trebuit să se țină seama, în afara geometriei respective, de problemele funcționale pe care le pun halele monobloc (printre care necesitatea suspendării unor mijloace de transport), precum și de problemele

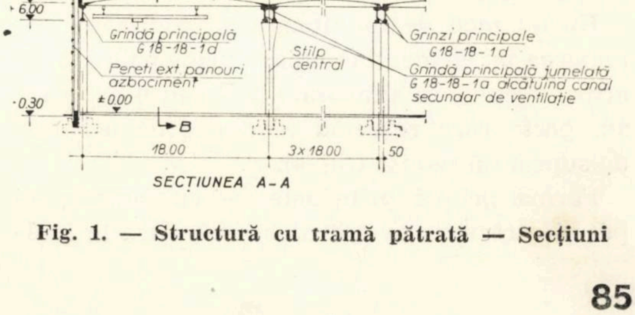


Fig. 1. — Structură cu tramă pătrată — Secțiuni

majore ale sectorului de construcţii-montaj în etapa actuală, de necesitatea industrializării procesului de execuţie, de economisirea materialelor deficitare etc.

Factorii determinanţi în alegerea soluţiilor constructive de structură au fost de ordin funcţional, şi anume :

- posibilitatea unui transport suspendat de tip grindă rulantă de 9 sau 6 m deschidere, cu sarcină utilă de 1,6-3,2 tone, sau conveiere pe mai multe fire de circulaţie ;
- posibilitatea de extindere în ambele sensuri ;
- posibilitatea de ventilaţie şi încălzire uniformă sau diferenţiată local ;
- posibilitatea amplasării unor centrale de ventilaţie-încălzire peste nivelul acoperişului.

Soluţiile structurale studiate capătă aspecte şi elemente specifice, în funcţie de materialul folosit în compunerea ansamblului.

Astfel, structurile din beton pot fi realizate din elemente liniare principale (grinzi cu inimă plină cu secţiunea I) şi elemente de acoperiş de suprafaţă de tip TT, T sau cheson cu extrados curb sau drept.

Grinzile principale uzinate pot fi amplasate cîte una sau cîte două alăturate jumelate (fig. 1). Această ultimă alcătuire permite utilizarea spaţiului format între cele două elemente drept canal de ventilaţie-încălzire (fig. 2).

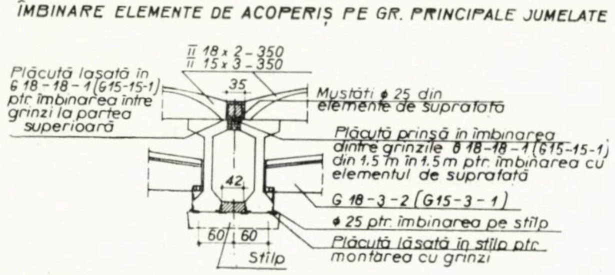


Fig. 2. — **Structură cu tramă pătrată — Detalii**

În această soluţie, conveierele se suspendă de elementele de acoperiş, iar grinzile rulante sînt suspendate prin intermediul unor grinzi metalice dispuse în înălţimea de construcţie a grinzilor principale din beton precomprimat şi rezemate la talpa superioară a acestora (fig. 3). Astfel este posibilă montarea şi demontarea elementelor speciale metalice în funcţie de necesităţile procesului tehnologic.

Un alt mod de soluţionare preconizează dispunerea pe elementele liniare principale a unor grinzi secundare amplasate la 3 sau 6 m interax, peste care reazemă elemente de acoperiş de suprafaţă redusă (fig. 4).

Forma grinzii principale — cu console — permite rezemarea grinzilor secundare în înăl-

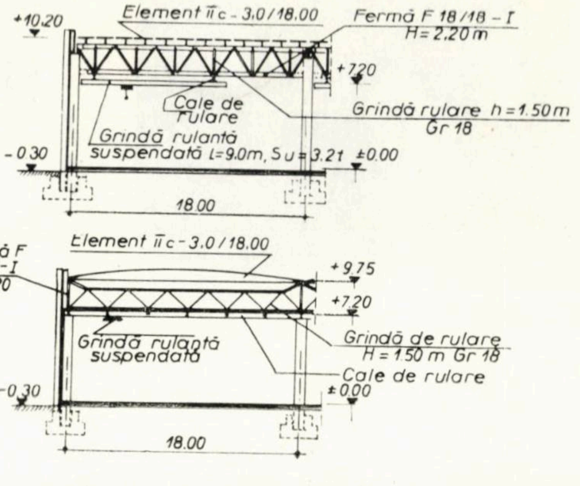


Fig. 3. — **Structura cu tramă pătrată şi grinzi rulante suspendate**

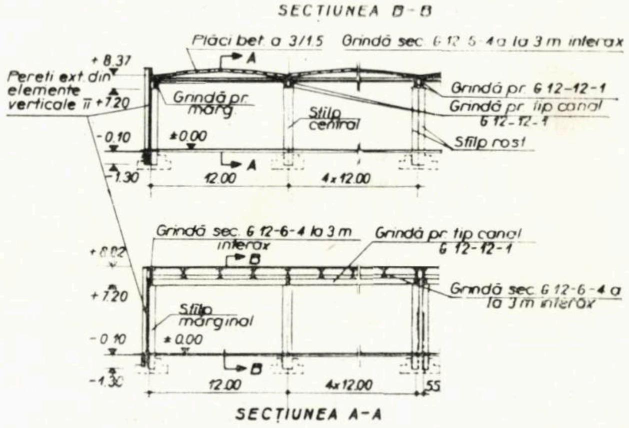


Fig. 4. — **Structura cu trama pătrată — Secţiuni**

ţimea de construcţie, ceea ce face posibilă circulaţia grinzilor rulante suspendate în ambele sensuri.

O soluţie specifică tramei pătrate este reţeaua metalică spaţială (fig. 5).

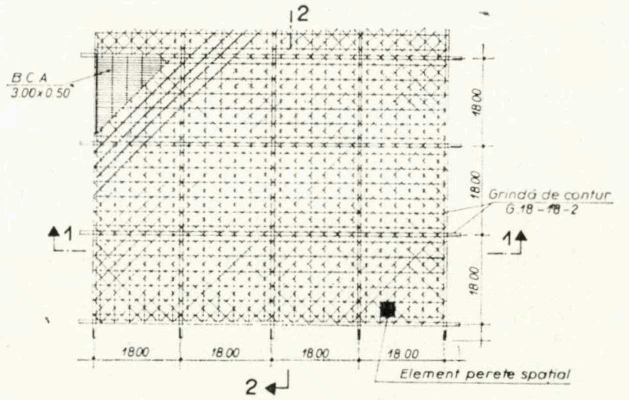


Fig. 5 — **Vedere în plan a reţelei metalice**

Soluţionarea acesteia, din tronsoane uzinate alcătuite cu bare din ţevi sudate pe sfere metalice, asamblate pe şantier prin buloane,

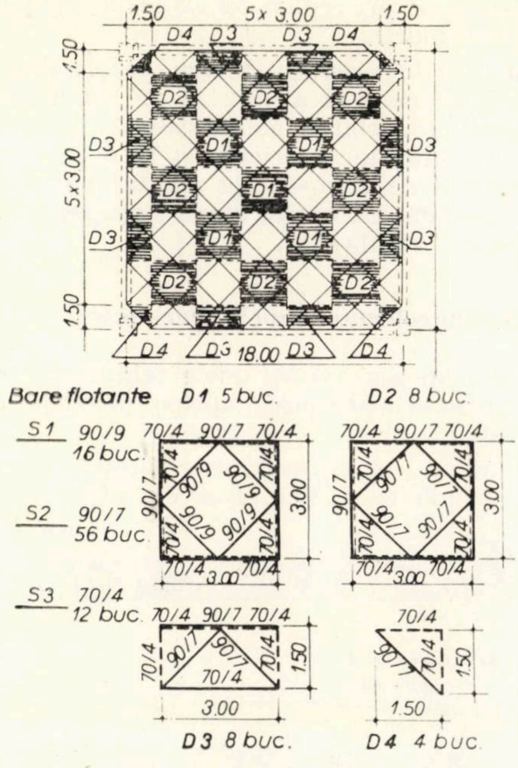


Fig. 6. — Asamblare rețea metalică

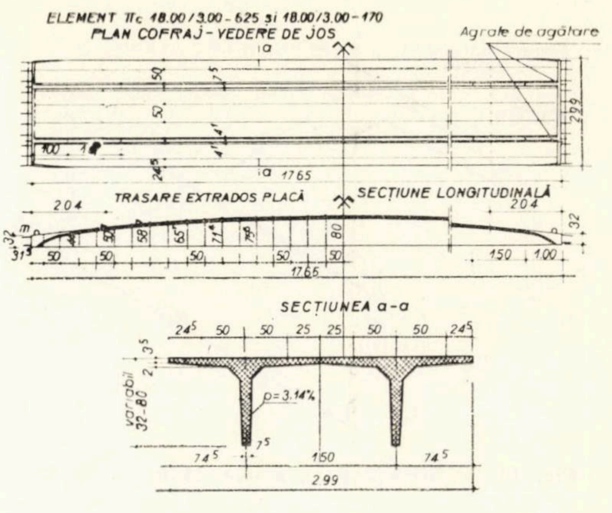


Fig. 8 — Element de suprafață de tip TT curb

permite o execuție simplă și rapidă (fig. 6 și 7). Soluția prezintă un ridicat grad de universalitate, permite circulația în ambele sensuri, precum și extinderea halei în orice direcție.

Departajarea soluțiilor arătate pe considerentele eficienței tehnico-economice se face în etapa actuală în favoarea structurilor din beton precomprimat, care prezintă un ridicat grad de industrializare a execuției, utilizînd elemente tip de dimensiuni mari cu o manoperă deosebit de redusă pe șantier și cu un consum minim de metal (fig. 8).

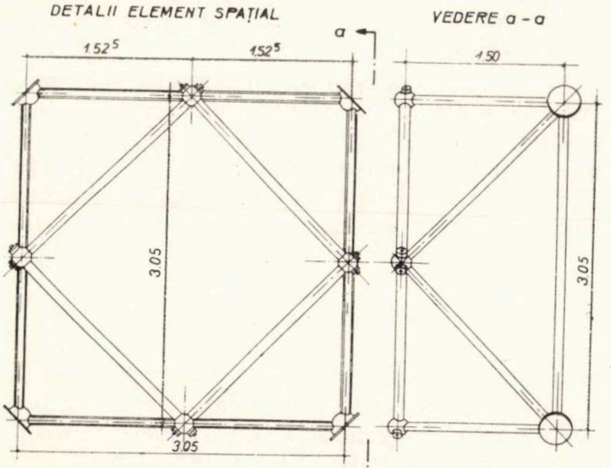


Fig. 7. — Detaliu tronson rețea metalică

Hale cu trame mari

La proiectarea elementelor pentru stucturi cu deschideri de 24 m s-a urmărit obținerea unor prefabricate cît mai svelte, cu înălțimi și greutăți minime, care să asigure o plastică interioară modernă și care, în același timp, să aibă o eficiență sporită comparativ cu elementele folosite anterior.

Ca mod de asamblare generală a structurii, dispunerea grinzilor transversal sau longitudinal halei prezintă particularități și avantaje specifice.

În primul caz, trama de 24/12 se realizează cu grinzi dispuse cîte una sau cîte două alăturate la 12 m interax (fig. 9 și 10).

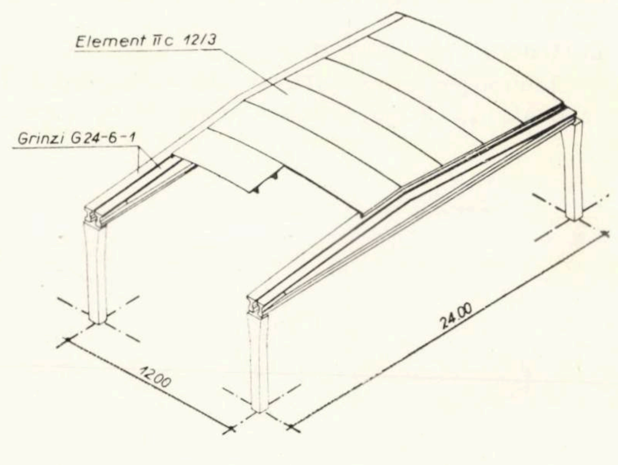


Fig. 9. — Structura cu trama 24 m × 12 m

Elementul secundar rațional este de tip T, TT sau cheson cu extrados curb.

Dispunerea elementului principal în sens longitudinal a fost corelată cu amplasarea pe

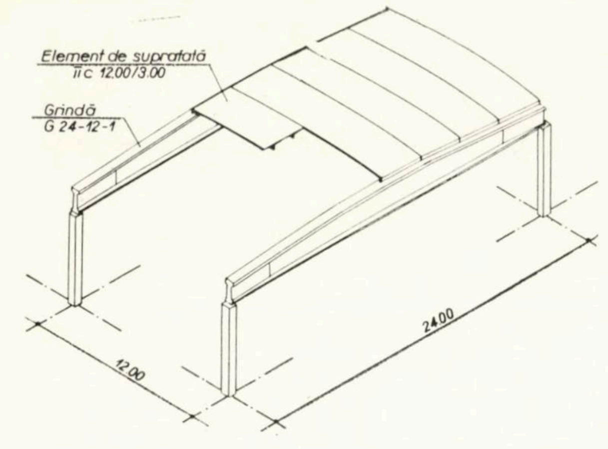


Fig. 10. — Structură cu trama 24 m × 12 m

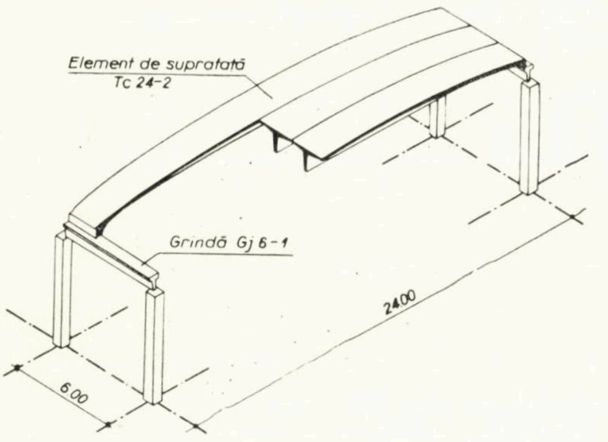


Fig. 11. — Structură cu trama 24 m × 6 m

deschidere a unor elemente de suprafață de tip T curb de 24 m (fig. 11 și 12).

Elementele de suprafață de 24 m reprezintă un important pas înainte în introducerea pieselor de beton precomprimat integral uzinate la structuri cu trame mari.

Elementele respective se preconizează a fi realizate în același tipar, avînd 2 m lățime,

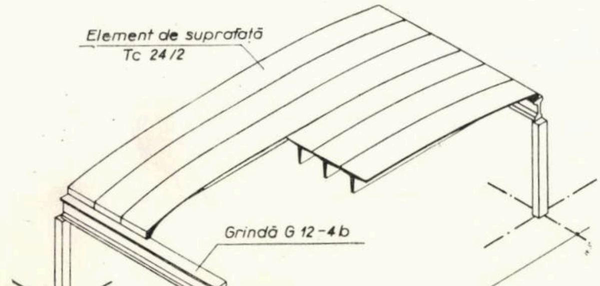


Fig. 12. — Structură cu trama 24 m × 12 m

pentru încărcări reduse, și 1,5 m lățime pentru încărcări mari.

Structurile propuse pentru rezolvarea tramei de 24 m × 6 m și 24 m × 12 m duc la reduceri importante ale consumului de metal față de soluțiile anterioare și la o reducere a numărului de elemente la montaj pe unitatea de suprafață, cu efecte directe asupra folosirii judicioase a utilajelor.

Hale cu colectarea apelor perimetral

Așa cum s-a arătat, unele tehnologii reclamă structurii dirijarea apelor pluviale perimetral.

Elementul specific acestor tipuri de hale este grinda cu inimă plină cu tălpi paralele.

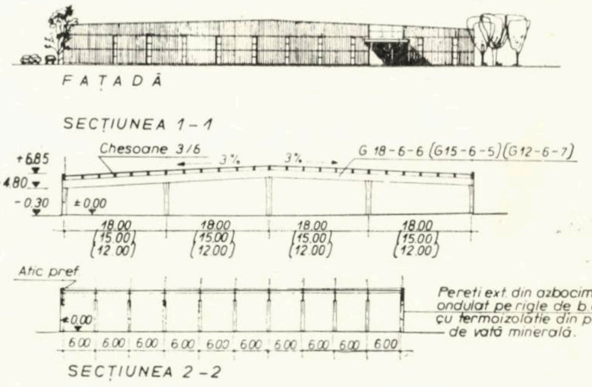


Fig. 13. — Hale cu colectarea apelor perimetral

Alegerea secțiunii grinzii de formă I, corelată cu alegerea unei înălțimi care să se înscrie într-un raport optim oțel-beton duce la elemente raționale.

Cu toată variația mare a parametrilor geometrici și funcționali necesari, numărul de tipuri de grinzi distincte este redus. Astfel, pentru deschideri de 18 ; 15 ; 12 și 9 m, travee 6, 12 m și pentru încărcări variind între 300—580 kg/m^2 au fost propuse numai două tipuri de tipare universale la care se păstrează partea inferioară și se înlocuiește după necesități partea superioară.

Soluțiile de ansamblu a structurilor pot fi rezolvate fie prin dispunerea transversală a elementelor principale și longitudinal a elementelor secundare de 6 sau 12 m lungime (T, TT sau cheson) (fig. 13), fie prin rezemarea elementelor cu extrados curb de 12 ; 15 ; 18 m pe grinzi longitudinale de 6 sau 12 m (fig. 14 și 15).

Trebuie menționat că introducerea elementelor secundare de beton precomprimat de suprafață mare aduce o schimbare calitativă în compunerea halelor industriale parter sub aspectul măririi gradului de industrializare a lucrărilor de construcții-montaj, precum și a consumului de metal, factori de o deosebită importanță.

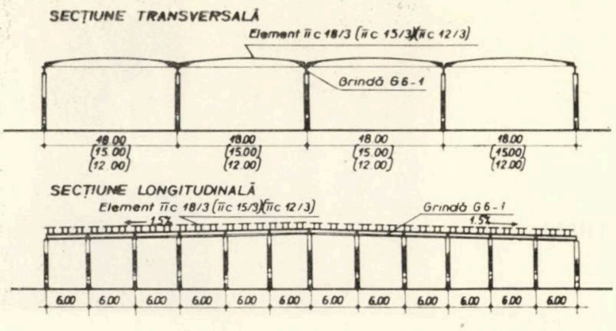


Fig. 14. — Hale cu colectarea apelor perimetral

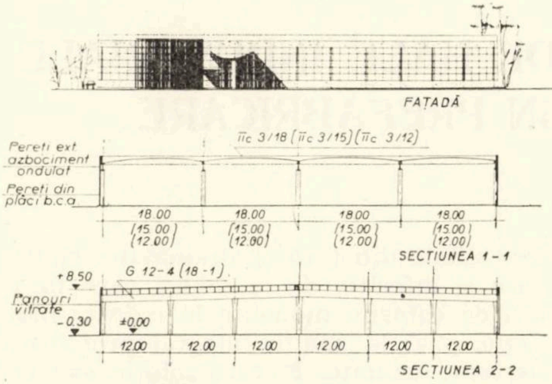


Fig. 15 — Hale cu colectarea apelor perimetral

Structuri ușoare

În ceea ce privește structurile realizate cu elemente ușoare de pereți sau acoperiș, acestea pot fi utilizate în industrie și în domeniul agrozootehnic.

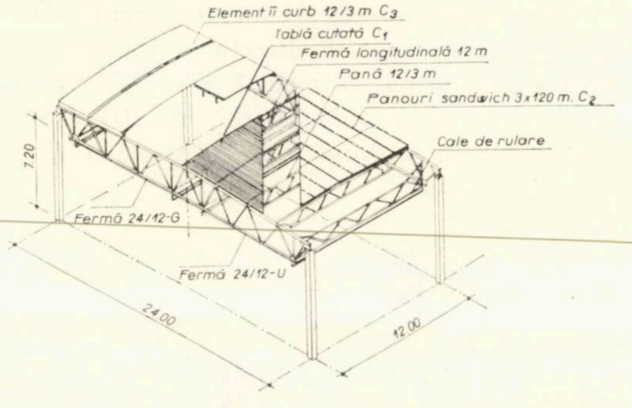


Fig. 16. — Structură 24 m × 12 m cu elemente portante principale metalice

Elementele principale de rezistență ale șarpantei pot fi metalice (fig. 16) — la hale cu deschideri mari — sau din beton armat sau beton precomprimat (fig. 17).

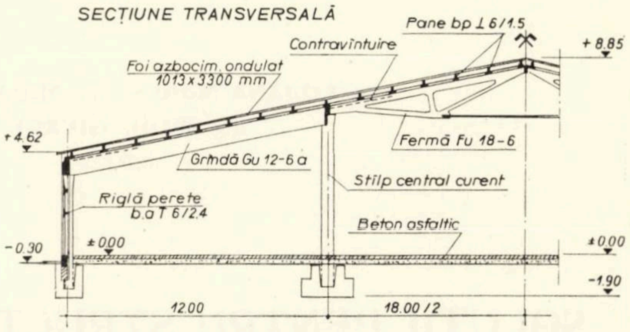


Fig. 17. — Structură cu învelitoare din azbociment ondulat

Ca elemente secundare se pot menționa panouri sandviș din tablă ondulată sau cutată de aluminiu și vată de sticlă, panouri sandviș, din azbociment și polistiren, foi ondulate din azbociment și panouri din pîslă minerală rigidă autoportantă, panouri plane de azbociment cu polistiren etc.

Pe linia reducerii greutății proprii a acoperișului, trebuie menționată preocuparea de introducere a betoanelor ușoare de granulit la elementele de suprafață mare.

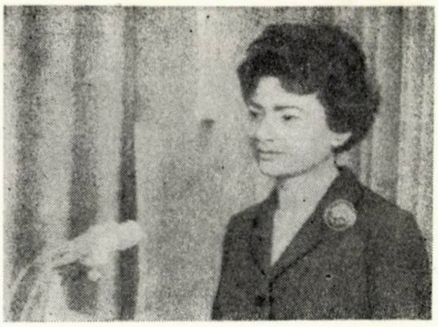
* * *

Se constată că tipizarea halelor industriale parter se orientează în prezent pe două direcții :

- extinderea domeniului de aplicare a elementelor din beton precomprimat portante principale și secundare la deschideri și trame mari ;
- introducerea elementelor de închidere ușoare pentru pereți și acoperiș, care prin micșorarea greutății proprii a construcției poate aduce economii la consumul de materiale, forță de muncă și mijloace de transport.

Elementele de deschidere și suprafață mare, precum și elementele ușoare de închidere, prin domeniul larg funcțional și geometric pe care îl îmbracă, fac posibilă realizarea unor construcții cu tehnologii practic nelimitate, alegerea uneia sau alteia din soluții urmînd să se facă în funcție de specificul și condițiile concrete ale investiției.

Ing. LILIANA MAREŞ, ing. MIOARA DABIJA,
ing. RADU GIURGEA
I.P.C.



SOLUŢII PENTRU STRUCTURI DE HALE INDUSTRIALE ETAJATE REALIZATE PRIN PREFABRICARE

Paralel cu halele industriale parter, care deţin ponderea cea mai mare în industrie, în ultima vreme apare, din ce în ce mai frecvent, necesitatea unor construcţii industriale etajate, datorită dezvoltării unor ramuri industriale în care fluxul tehnologic se desfăşoară predominant pe verticală, precum şi economiilor de teren la care duc.

Spre deosebire de halele parter, la rezolvarea structurilor construcţiilor industriale etajate din prefabricate se întîmpină o serie de probleme dificile, dintre care mai importante sînt :

- posibilităţile de prefabricare a cadrelor multietajate cu sarcini mari pe planşeu şi supuse acţiunii seismice ;
- concepţia elementelor componente şi în special a îmbinărilor dintre ele, ţinînd seama de regăsirea în final a schemei statice avute în vedere la proiectare (cadre cu noduri rigide în ambele direcţii) şi redarea în cît mai mare măsură a monolitismului structurii ;
- adoptarea unor detalii constructive la îmbinări, capabile să preia (în limite raţionale) toleranţele admise la execuţia şi montajul elementelor ;
- stabilirea unui număr relativ limitat de tipuri de elemente prefabricate, cu care să se poată acoperi cît mai multe din cerinţele tehnologice (deschideri, travee, număr de niveluri, înălţimi de niveluri, sarcini utile pe planşee etc.) întîlnite la aceste construcţii şi care constituie parametri de proiectare foarte diversificaţi ;
- posibilităţile de montaj ale structurii, ţinînd seama de gabaritele şi greutăţile elementelor componente, corelate cu înălţimea construcţiei.

Soluţionările de structuri etajate din prefabricate, legate de condiţiile şi problemele specifice acestor construcţii, întîlnite în literatura de specialitate din ţară şi străinătate, sînt numeroase şi diferite, de la soluţii care prevăd turnări de betoane monolite în cofraje industrializate, pînă la soluţii integral prefabricate cu elemente uzinate. Fiecare soluţie sau grup de soluţii asemănătoare, a urmărit rezolvarea, în principal, a unora din problemele specifice construcţiilor etajate, şi anume acele probleme pe care proiectantul le-a considerat majore pentru cazul respectiv. În problema construcţiilor industriale etajate prefabricate nu se poate vorbi încă de o soluţie optimă cu grad mare de industrializare care să răspundă satisfăcător tuturor condiţiilor de concepţie, execuţie şi montaj.

Ţinînd seama de cele arătate, în cadrul I.P.C. preocuparea în această direcţie a început cu cîţiva ani în urmă, prin analizarea posibilităţilor de mărire a gradului de industrializare şi de reducere a duratei de execuţie a construcţiilor etajate.

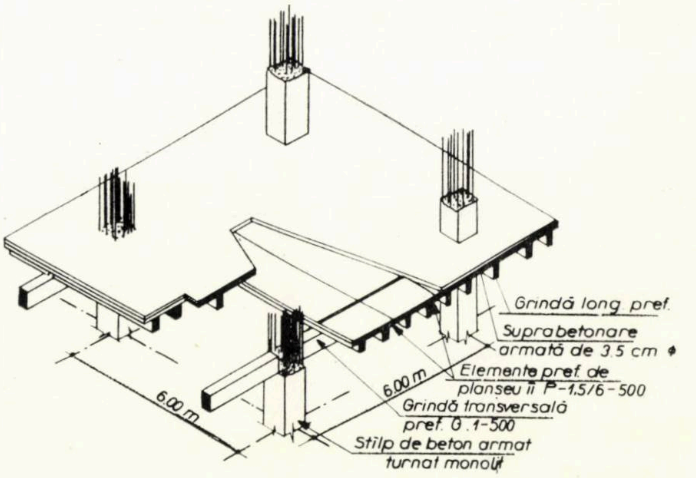


Fig. 1

În acest fel, a apărut ca indicată, pentru o primă etapă, rezolvarea corpului de fabricație etajat în structură mixtă, adică stîlpi turnați monolit și planșee prefabricate.

Această soluție a fost definitivată ca proiect tip în anul 1969. Structura de rezistență constă din cadre cu noduri rigide, pe ambele direcții, asigurîndu-se continuitatea de efort și deformația la noduri și, în acest fel, protecția seismică a construcției (fig. 1).

Soluția rezolvă trama de 6 m × 6 m, cu pînă la P + 5 niveluri, înălțimi de niveluri 4,20 m ; 4,80 m și 5,40 m, și sarcini utile pe planșee de 500 kg/m^2, 1 000 kg/m^2 și 1 500 kg/m^2.

Elementele de planșeu de tip TT de 1,50 m × × 6,00 m, în două variante (beton armat și beton precomprimat), pot rezema în înălțimea grinzii principale transversale prefabricate sau deasupra ei, în care caz se oferă posibilitatea amplasării în grosimea planșeului a diverselor conducte tehnologice sau canale de ventilație. Grinzile longitudinale, avînd rolul principal de rigidizare a construcției în lung, pot fi realizate prin turnare la cotă sau preturnate sub forma unor grinzi cu secțiunea în T.

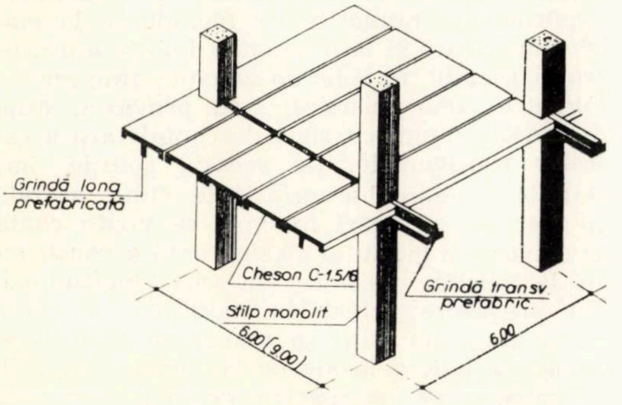
Pentru realizarea unor șaibe orizontale în bune condițiuni la nivelurile planșeelor, peste elemente TT se realizează o suprabetonare armată de 3,5 cm grosime, care se toarnă pe șantier o dată cu monolitizarea nodurilor de cadru.

Acest proiect reprezintă o primă soluționare cu folosire parțială a prefabricatelor, rezolvînd o parte din necesitățile funcționale și aplicabilă imediat.

Pentru extinderea domeniului de aplicare a acestui proiect și pentru găsirea de noi soluții constructive în vederea rezolvării unor necesități funcționale mai variate, în cursul anului 1970 s-au elaborat noi studii. Astfel, s-au analizat soluții pentru o tramă mărită (9 m × × 6 m), cu stîlpi monoliți și cu stîlpi prefabricați. De asemenea, s-au definitivat încă două tipuri de elemente de planșeu :

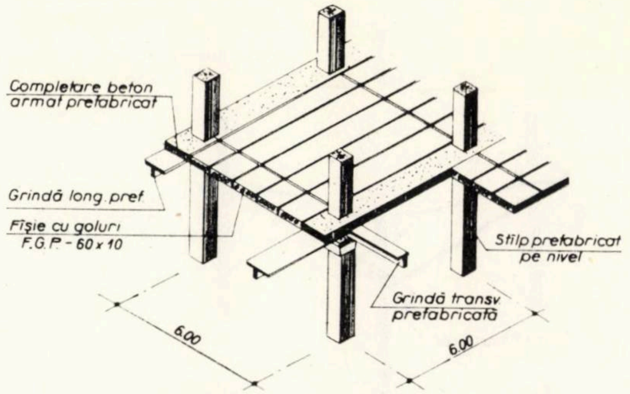
- chesoane din beton armat de 1,50 × × 6,00 m, care oferă posibilitatea prevederii unor goluri tehnologice în placă de maximum 1,75 × 1,25 m (fig. 2) și
- fîșii din beton precomprimat cu goluri rotunde de 1,00 m × 6,00 m, care oferă posibilitatea obținerii unor planșee netede, condiție cerută de unele industrii (fig. 3).

Pentru cazurile frecvente, cel mai indicat tip de element de planșeu de 6 m deschidere,



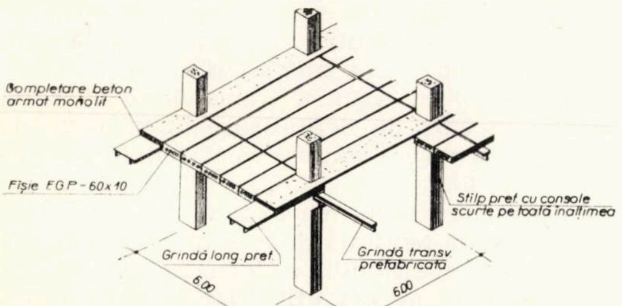
SOLUȚIA A III.b

Fig. 2



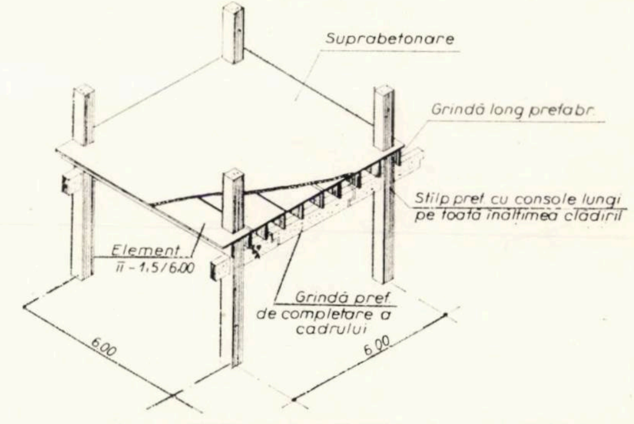
SOLUTIA B I.b

Fig. 4



SOLUȚIA B II.3

Fig. 3



SOLUȚIA B III.1

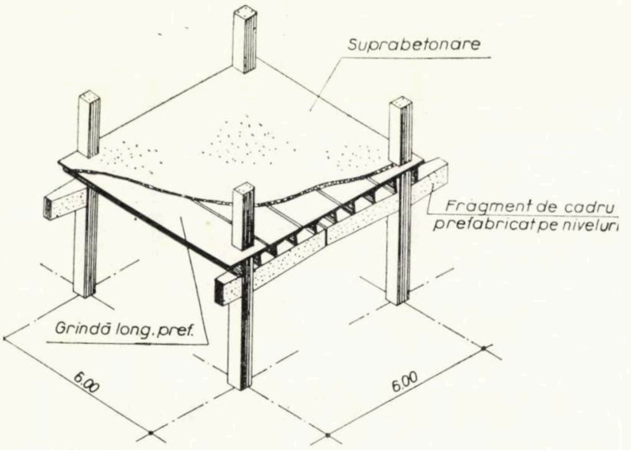
Fig. 5

avînd consumurile minime, rămîne elementul TT din beton precomprimat, cu suprabetonare.

Soluțiile structurale de stîlpi și grinzi s-au studiat legate de cerințele constructive ale fiecărui tip de element de planșeu.

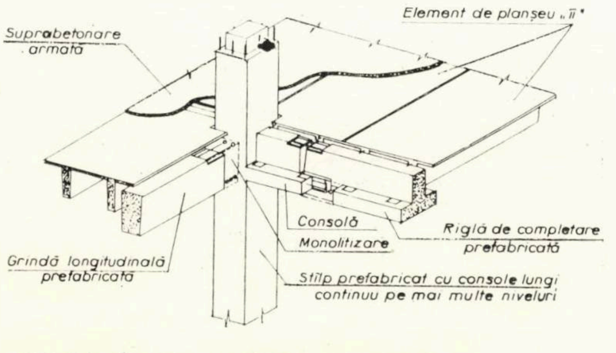
În cadrul soluțiilor integral prefabricate, diferitele variante studiate s-au diferențiat în principal prin modul de realizare a stîlpilor prefabricați. Astfel s-au studiat :

- soluții cu stîlpi fragmentați pe fiecare nivel, care prezintă avantaje din punct de vedere al montajului (greutăți reduse, apropiate de restul elementelor structurii), dar prin numărul mare de îmbinări executate la șantier și plasate în zonele de solicitări maxime nu oferă siguranța necesară unei astfel de construcții amplasate în zone seismice (fig. 4) ;
- soluții cu stîlpi continui pe mai multe niveluri, care reduc numărul de joante dar la care confecționarea, transportul și montajul sînt mai dificile, necesitînd utilaje de capacități mari (fig. 5) ;
- soluții cu fragmente de cadre în formă de T, formînd prin alăturare cadre cu articulație în mijlocul deschiderii riglelor, care reduc numărul elementelor prefabricate și al îm-



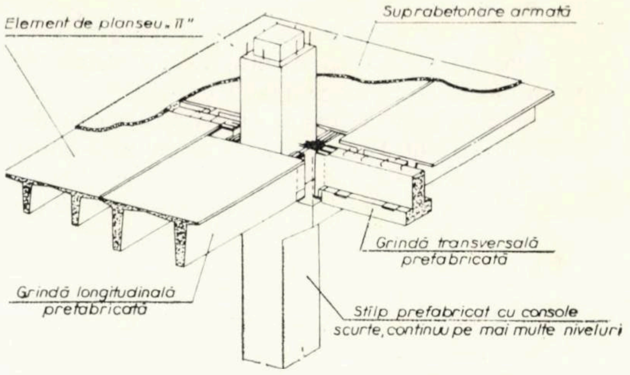
SOLUȚIA B IV.

Fig. 6



DETALIU NOD CENTRAL
SOLUȚIA STÎLPI CU CONSOLE LUNGI

Fig. 7



DETALIU NOD CENTRAL
SOLUȚIA STÎLPI CU CONSOLE SCURTE

Fig. 8

binărilor, asigură stabilitatea construcției în condiții bune, dar pun probleme deosebit de dificile la confecționare, transport și montaj, datorită gabaritelor și greutăților mari (fig. 6).

Din analizarea diferitelor soluții integral prefabricate au reieșit, ca fiind cele mai raționale, soluțiile cu stîlpi continui pe mai multe niveluri, soluții actualmente în curs de definitivare.

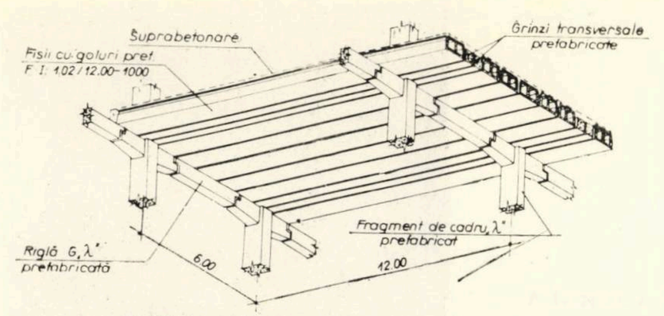
Stîlpii s-au realizat continui pe 2 sau 3 niveluri, cu variație de secțiune pe înălțimea construcției, îmbinările lor făcîndu-se la etajele superioare și la o anumită înălțime deasupra planșeului, în zone de solicitări minime.

Pentru zone seismice, s-au prevăzut stîlpi cu console lungi, cu rigle de completare a cadrelor transversale. La această soluție, îmbinările elementelor principale fiind așezate în zone de solicitări minime, se poate conta pe o mărire a gradului de siguranță a construcției la solicitări seismice. În sens longitudinal, sînt prevăzute grinzi de rigidizare, a căror continuitate pe stîlp se realizează prin bare trecute prin țevi lăsate de la turnare (fig. 7).

Pentru zone neseismice sau cu grad mic de seismicitate, stîlpii au fost prevăzuți cu console scurte, îmbinarea riglelor principale transversale și a riglelor longitudinale de rigidizare făcîndu-se chiar lîngă stîlp, în zonele de solicitări maxime ale structurii. Față de sistemul cu stîlpi cu console lungi, această soluție prezintă dificultăți mai mici, atît la confecționare, cît și la montaj (fig. 8).

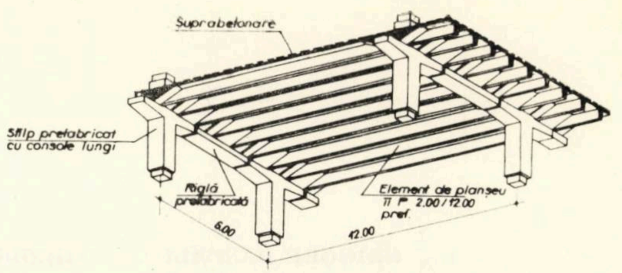
Aceste soluții, pentru trama 6 m × 6 m, se află în curs de definitivare la proiecte de execuție, și vor fi extinse și la halele cu trama 9 m × 6 m.

În prezent, atît la noi în țară, cît și în străinătate există tendința de a se trece la o tramă mărită la construcțiile etajate. Aceasta oferă, pe lîngă o suprafață utilă sporită prin reducerea numărului de stîlpi, și o mare elasticitate în adaptarea la diversele tehnologii sau alte cerințe. În această direcție, în I.P.C. s-a studiat și trama 12 m × 6 m.



SOLUȚIA B 12-4-F

Fig. 9



SOLUȚIA B 12-5-1

Fig. 10

Din soluțiile analizate au apărut interesante cele în care elementele secundare de planșeu, din beton precomprimat, sînt dispuse pe deschiderea de 12 m și reazemă pe rigle principale de 6 m deschidere.

Cadrele portante se pot alcătui în mod similar cu cele pentru trama 6 m × 6 m. Ca elemente de planșeu s-au studiat :

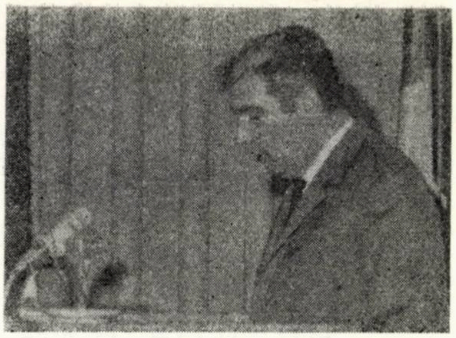
- fîșii cu goluri de tipul celor folosite la poduri (fig. 9) ;
- elemente TT drepte și elemente TT cu capetele teșite (fig. 10).

Cea mai avantajoasă soluție apare aceasta din urmă, care are avantajul de a asigura rigiditatea construcției pe direcția deschiderii de 12 m, fără a necesita alte grinzi în dreptul stîlpilor, și aceasta datorită posibilității pe care aceste elemente o oferă de a obține o bună legătură cu celelalte elemente de cadru.

Pînă în prezent, în țara noastră, s-au executat doar cîteva hale industriale etajate, parțial sau integral prefabricate, pentru industriile ușoară, alimentară, chimică, a lemnului etc., folosind în cadrul unor proiecte unicat elementele tipizate de planșeu.

În pas cu necesitățile actuale ale industriei, se impune continuarea acțiunii de tipizare a structurilor de construcții industriale etajate, acțiune care trebuie dusă în paralel cu experimentări în cadrul INCERC pe elemente și noduri, cu scopul găsirii de noi soluții și pentru îmbunătățirea soluțiilor existente.

Totodată, considerăm ca foarte important să începem să construim hale etajate cu prefabricate după proiectele de execuție deja întocmite, chiar dacă nu sînt încă aprobate ca proiecte tip, urmînd ca și practica execuției să-și spună cuvîntul în alegerea soluțiilor mai convenabile.



Ing. GRIGORE DASCĂLU ing. THEODOR GIURGEA
I.P.C.

STUDII I.P.C. PRIVIND UTILIZAREA ELEMENTELOR PREFABRICATE LA ALCĂTUIREA HALELOR INDUSTRIALE ÎN REGIUNI SEISMICE

Realizarea construcțiilor din elemente prefabricate, în condițiile seismice ale țării noastre, a impus elaborarea în cadrul I.P.C. a unor studii teoretice, verificate apoi experimental la INCERC, în scopul de a se examina stările de eforturi și modul optim de alcătuire a halelor industriale în regiuni seismice. Metoda de calcul utilizată în aceste studii pentru aprecierea solicitărilor seismice a fost aceea din normativul P.13-63.

Existînd astfel premisele teoretice și experimentale, s-au elaborat proiectele de elemente și secțiuni tip de hale industriale cunoscute, cu valabilitate de aplicare în zone seismice pînă la gradul 8 inclusiv.

În rezolvarea de ansamblu a secțiunilor directive proiectate pentru hale industriale s-a ținut seama de concluziile studiilor menționate, care au impus respectarea următoarelor principii :

A. Alegerea unor structuri clare și cu o conformare antiseismică corespunzătoare

În acest sens a apărut necesar cu structurile adoptate să răspundă următoarelor cerințe :

- o distribuire cît mai uniformă a maselor gravitaționale ;
- respectarea simetriei și omogenității în modul de alcătuire, pentru a evita apariția unor concentrări de eforturi în anumite puncte sau a unor momente de torsiune suplimentare de ansamblu ;
- o corespondență cît mai mare între modul de lucru al structurii și schema de calcul considerată, astfel încît calculul dinamic făcut să permită determinarea solicitărilor seismice cu suficientă exactitate.

B. Realizarea unei diafragme de acoperiș capabile să asigure conlucrarea spațială a structurii în timpul cutremurului

Pentru cazul halelor parter, încărcarea predominantă este aceea dată de structura acoperișului și, ca urmare, schema de calcul dinamic corespunde practic cu aceea a unui sistem cu un grad de libertate pentru fiecare din cele două direcții principale din planul clădirii. În aceste condiții sarcina de a uniformiza solicitările seismice și de a asigura conlucrarea spațială a întregii structuri a halei revine șaibei de acoperiș, și, ca atare, ea trebuie astfel concepută și realizată încît să corespundă acestui scop.

C. Utilizarea unor structuri de rigiditate medie

Atît experiența, cît și calculele duc la concluzia că utilizarea în regiunile seismice a unor structuri prea flexibile sau prea rigide nu este indicată.

Astfel :

- s-a constatat o proastă comportare, atît a structurilor prea flexibile amplasate pe terenuri de fundație slabe sau în zone depărtate de epicentrul mișcării seismice, cît și a structurilor cu rigiditate pronunțată, amplasate pe terenuri tari de fundație sau în regiunea epicentrului seismic ;
- săgeata seismică, deci deformațiile care antrenează avarierea elementelor secundare, cresc o dată cu sporirea flexibilității structurii ;

• mărimea forțelor seismice care solicită structura și diafragma acoperișului este cu atît mai mare cu cît rigiditatea construcției este mai mare.

D. **Executarea unor îmbinări care să asigure conlucrarea elementelor componente la solicitările provocate de acțiunea seismică.**

Ca urmare, îmbinările dintre elementele prefabricate trebuie astfel concepute încît :

• să evite concentrările de eforturi ;

• să suporte în bune condiții cicluri repetate de încărcare-descărcare, caracteristice acțiunii seismice ;

• să contribuie, alături de restul structurii, la disiparea energiei seismice prin deformări suplimentare cu caracter plastic.

E. **Realizarea unor legături pendulare între structură și pereți.**

Din studiile elaborate a rezultat că legarea rigidă a pereților de stîlpii halei trebuie evitată deoarece prezintă următoarele dezavantaje :

• creșterea considerabilă a forțelor seismice ca urmare a sporirii rigidității construcției prin conlucrarea cu pereții ;

• apariția unor solicitări mari în planul diafragmei acoperișului ;

• concentrarea unor eforturi importante în pereții marginali.

În conformitate cu principiile menționate anterior, structurile de hale proiectate prezintă, în mare, următoarele caracteristici :

Ca geometrie, halele pot avea deschideri de 12 ; 15 ; 18 și 24 m, travee de 6 și 12 m, suprafața unui tronson nedepășind în plan dimensiunea maximă de 72×72 m.

Ca elemente componente : structura acoperișului este formată din elemente de închidere (chesoane, elemente TT, elemente TT curb etc.), care alcătuiesc diafragma acoperișului, și din elemente liniare de rezistență, grinzi de beton precomprimat sau ferme.

În ceea ce privește diafragma acoperișului, ea este considerată ca o succesiune de grinzi Vierendeel, avînd tălpile formate din talpa superioară a elementului de rezistență, iar montanții (infinit rigizi în raport cu tălpile) alcătuiți din elementele de închidere de acoperiș.

Încărcarea acoperișului este transmisă la teren prin stîlpii de secțiune constantă încastrați în fundații-pahar și ordonați în șiruri paralele cu axele principale ale clădirii, ceea ce permite realizarea unei structuri simetrice. Pereții, realizați din elemente prefabricate sau din cărămidă, permit — datorită modului lor de prindere — o deplasare liberă a structurii de rezistență.

Ca rigiditate s-a apreciat ca domeniu corespunzător de flexibilitate acea rigiditate a structurii căreia îi corespunde o perioadă proprie de vibrație cuprinsă între 0,5 și 1,5 secunde.

Pentru a evita apariția unor eforturi mari în șaiba acoperișului, a apărut de asemenea necesar să se limiteze diferențele de rigiditate între șirurile de cadre marginale și cele curente (centrale) de pe aceeași direcție principală.

Ca alcătuire statică, structurile de hale pot fi realizate, în principiu, în două moduri, și anume :

— Cadre cu stîlpi încastrați în fundații și articulați la partea superioară ; structurile astfel alcătuite s-au dovedit deosebit de eficiente din punctul de vedere al ușurinței de execuție, însă apar limitate ca utilizare pentru cazurile :

• halelor cu înălțimi libere mai mari de cca 10 m, datorită creșterii excesive a lungimii de flambaj, care impune stîlpi cu dimensiuni mari ;

• regiunilor puternic seismice, unde structurile static nedeterminate prezintă rezerve superioare de rezistență, evitînd în același timp introducerea unor articulații constructive supuse în mod repetat la eforturi în sensuri alternate.

— Cadre cu stîlpi încastrați la ambele capete : acest sistem constructiv a fost rezolvat prin grinzi cu zăbrele continue de beton precomprimat, care susțin elementele de închidere de acoperiș. Structurile astfel alcătuite au un montaj greoi, însă prezintă avantaje față de structurile articulate în domeniile menționate anterior.

*

Într-o etapă ulterioară s-a analizat posibilitatea extinderii valabilității elementelor prefabricate tipizate în regiuni seismice de gradul 9, rezultînd următoarele concluzii :

— Elementele prefabricate existente pot fi utilizate, în majoritatea cazurilor, și în zonele seismice de gradul 9, cu mici modificări ale armăturilor (mărirea diametrului mustăților elementelor de închidere care asigură formarea șaibei de acoperiș, reconsiderarea armării la forțe tăietoare în cazul grinzilor etc.).

— Pentru asigurarea șaibei de acoperiș este necesar să se ia măsuri speciale, ca, de exemplu :

• suprabetonare, în cazul utilizării elementelor de închidere de dimensiuni mici ;

• asigurarea unei armări suplimentare de legătură între elementele de închidere de acoperiș pe laturile lor lungi ;

• diseminarea luminătoarelor pe suprafața acoperișului pentru a nu provoca concentrări de eforturi ;

• utilizarea polistirenului ca material izolant pentru a reduce greutatea acoperișului.

— Tronsoanele de hală trebuie limitate la dimensiuni mai mici, de ordinul 50×50 m, pentru a evita apariția unor eforturi suplimentare provocate de neomogenitatea modului de

lucru al fundațiilor sau al modului de propagare a undei seismice.

— Este necesar să se ia măsuri speciale de execuție pentru a asigura calitatea îmbinărilor (monolitizări și sudură).

— Structurile cele mai indicate sînt acelea care duc la o distribuție cît mai uniformă a maselor gravitaționale. În acest sens, utilizarea elementelor de suprafață (chesoane curbe, elemente TT, elemente TT curb) a apărut cea mai eficientă.

— În cazul halelor cu înălțimi mari se impune adaptarea unei structuri cu stîlpii încastrați în șaiba de acoperiș.

*

O altă problemă care a fost luată în considerare în ultimul timp a fost aceea a preluării încărcărilor seismice în cazul acoperișurilor ale căror elemente de închidere nu formează o șaibă. Acest tip de șarpantă a apărut ca urmare a utilizării pe scară largă a plăcilor din azbociment ondulat cu ondule mari la acoperirea halelor alcătuite din elemente prefabricate. În acest caz, neexistînd o șaibă de acoperiș, preluarea încărcărilor orizontale poate fi făcută în două moduri, și anume :

— prin contravîntuiri metalice ;

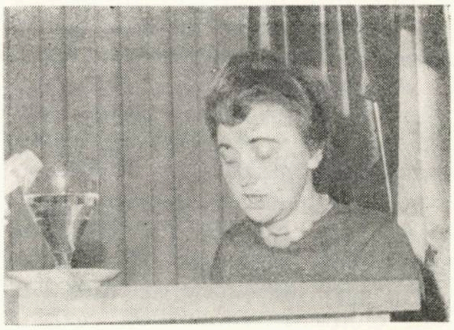
— fără contravîntuiri, prin considerarea grinzilor Vierendeel multietajate care iau naștere în planul acoperișului și care au tălpile alcătuite din talpa superioară a elementelor transversale de rezistență ale șarpantei, iar montanții din pane.

Preluarea încărcărilor orizontale poate fi făcută în ambele moduri menționate anterior, consumul de metal și costurile fiind comparabile.

Din punctul de vedere al execuției pe șantier, precum și al compatibilității cu caracterul general al structurilor de beton armat, soluția fără contravîntuiri apare mai adecvată.

Din studierea armării elementelor, a îmbinărilor dintre acestea, a comportării de ansamblu a structurii obținute, a rezervelor de rezistență etc., a rezultat că domeniul rațional de aplicare a soluției fără contravîntuiri metalice este acela al halelor de 9—12—15 m deschidere, de lungime mare, amplasate în zone cu grad de seismicitate de cel mult 7. Pentru aceste structuri apar indicate panele cu talpa jos (eventual și cele cu talpa sus, în care caz sînt obligatorii îngroșările pe reazeme), pentru a se putea prelua momentele în plan orizontal din considerarea structurii Vierendeel.

Ing. CRUCIȚA IACOB
ing. DINU NELEPCU,
ing. GRAȚIELA VIESPESCU,
ing. MIHAI MIHALACHE,
ing. DANIELA VENAT,
ing. LIVIU DAȘCHEVICI
I.P.C.



STUDII DE SOLUȚII INDUSTRIALIZATE PENTRU REZOLVAREA CASTELELOR ȘI REZERVOARELOR DE APĂ

Industrializarea proceselor de construcție a pus în discuție, încă din perioada 1966—1967, oportunitatea extinderii acestei metode, aplicată curent la halele industriale din țara noastră, la obiectele specifice inginerești din incintele acestor clădiri, dintre care cele mai importante sînt castelele și rezervoarele de apă.

Întrucît la aceste obiecte, dezvoltate cu precădere pe verticală, spre deosebire de hale, concepția de ansamblu a structurilor este foarte intim legată de metodologia tehnologiei de execuție, problema de bază constă în realizarea unui recipient etanș de dimensiuni importante amplasat îngropat, la sol, sau la înălțime. În prima etapă, tipizarea acestor obiecte s-a axat pe folosirea tehnologiilor disponibile atunci, și care se pretau la obiecte de serie, de ex. :

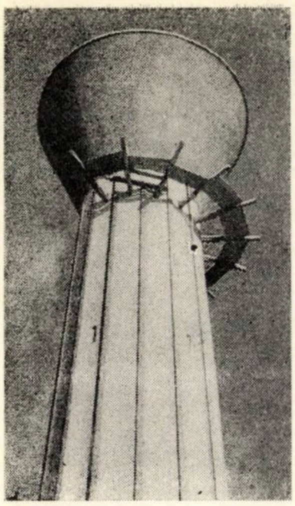


Fig. 1

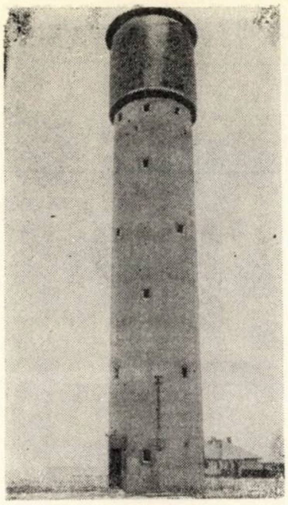


Fig. 2

a) cofraje glisante, unificate pentru susținerea rezervorului la mai multe capacități de castele de apă, sau

b) cofraje fixe de inventar, unificate pentru turnarea pe șantier a rezervoarelor din beton monolit de capacități apropiate.

Aceste soluții tipizate au acoperit, în perioada 1960—1970, toată gama capacităților relativ reduse : castele, între 50 și 500 m^3 cu înălțimi de 15 ; 25 și 30 m, cca 1000 de obiecte, iar rezervoare îngropate și semiîngropate, între 50 și 1000 m^3, cca 1300 de obiecte, satisfăcînd astfel cu precădere necesitățile acute din agricultură și industrie (fig. 1, 2 și 3).

Pentru capacități mai mari, cu o frecvență redusă în acea perioadă, institutul nostru a elaborat studii tehnico-economice directive.

Începînd cu anul 1970, creșterea continuă a volumului acestor obiecte în industrii și în ansamblurile urbane, precum și cerințele impuse de reducerea duratelor de execuție, a consumului de manoperă, de introducerea mecanizării lucrărilor și reducerea pe ansamblu a indicilor tehnico-economici au făcut ca industrializarea acestor obiecte, prin transformarea proceselor lor de execuție în procese de montaj, să devină o preocupare permanentă a institutului nostru.

În această etapă, evoluția rapidă a posibilităților de confecționare uzinată a unor seturi de elemente prefabricate interșanjabile, aplicabile la întreaga gamă de capacități, introducerea pe scară largă a metodelor de pretensionare în vederea asamblării la șantier a acestor elemente și a asigurării unei etanșeități perfecte, precum și dezvoltarea sistemelor de

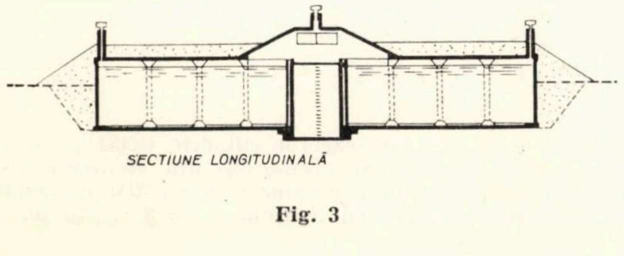


Fig. 3

montare a pieselor de dimensiuni mari, utilizînd macarale grele sau tehnologii prin liftare, au creat premisele de realizare a rezervoarelor și castelelor de apă într-o concepție nouă. Aceasta a permis inițial realizarea de unicate în tehnologiile de execuție a betonului armat parțial glisat (la castele de capacități pînă la 2000 m^3), sau integral prefabricat și asamblat prin precomprimare, la rezervoare de 2×2500 m^3 și 2×5000 m^3 capacitate.

Ideea de bază a noii concepții de proiectare, comună ambelor obiecte, a constat în introducerea unor soluții constructive eficiente din punct de vedere al industrializării, diversificate pe categorii de capacități (și pe înălțimi în cazul castelelor) pe baza unor serieri efectuate de institut, plecînd de la necesitățile planului cincinal actual.

La elaborarea studiilor de soluții tipizate, în prezent în curs de definitivare, s-a urmărit cu precădere :

1) Obținerea formelor celor mai raționale din punct de vedere al stării de eforturi și dimensionarea cît mai judicioasă a elementelor componente.

2) Aplicarea unor tehnologii de execuție care să permită industrializarea producției în cazul unor întreprinderi specializate, dotate cu mijloace necesare de confecționare uzinată a elementelor prefabricate și asamblarea și montarea lor pe șantier.

3) Obținerea unei funcționalități optime în exploatare prin asigurarea cu precădere a unei etanșeități perfecte și a unor condiții termotehnice corespunzătoare.

Spre deosebire de alte construcții, varietatea și interdependența parametrilor geometrici, funcționali, statici, tehnologici, economici și plastici avînd o pondere foarte mare și complexă la castelele și rezervoarele de apă, obținerea unor soluții constructive cu o concepție unitară în vederea realizării lor în serie, a introdus unele dificultăți importante în studiile elaborate.

Acestea se explică și datorită faptului că, pe plan mondial, mai ales în domeniul castelelor de apă, literatura de specialitate cercetată nu poate constitui decît o sursă pentru verificarea eficienței unei eventuale soluții de ansamblu aplicate la obiecte unicat sau pentru rezolvări parțiale ale unor elemente corespunzătoare.

Aceste considerente au determinat ca studiile I.P.C. să permită etapizarea soluțiilor constructive avantajoase în funcție de frecvența de aplicare a fiecărei capacități, corelată cu cerințele ei funcționale și posibilitățile de încadrare a obiectului în ansamblul arhitectural, precum și de condițiile concrete de execuție de care dispun organizațiile de construcții-montaj din țara noastră, în stadiul actual și în viitor.

Astfel, *în domeniul castelelor de apă*, studiul propune tipizarea capacităților de la

SERIERE SOLUȚII INDUSTRIALIZABILE

REZERVOR – Tehnologia de execuție		Forma	Cilindru	Troncon	Curb	Observații
Monolit	La cotă + cofraj liftat	Beton armat sau precomprimat	●	●	●	
Monolit	La sol	Beton armat sau precomprimat	—	—	—	Nu e industrializat
Monolit	Glisat	Beton armat sau precomprimat	●	—	—	
Monolit	Pășitor	Beton armat sau precomprimat	—	—	●	Numai forma hiperbolică în ansamblu
Prefabricat	La cotă	Beton armat	—	●	●	Soluție specială
Prefabricat	La sol	Beton armat	●	●	●	
Prefabricat	La cotă	Beton precompr. elem. sau asambl.	—	●	●	Soluție specială
Prefabricat	La sol	Beton precompr. elem. sau asambl.	●	●	●	
Prefabricat	La sol	Metal	—	—	●	

SUSȚINERE – Tehnologia de execuție		Forma	Turn – Cilindru	Turn – Troncon	Turn – Curb	Stîlp	Observații
Monolit	Glisat	Beton armat	●	●	—	●	
Monolit	Pășitor	Beton armat	—	—	●	—	Soluție integral hiperbolică
Prefabricat	Integral	Beton armat	—	—	—	●	
Prefabricat	Din elemente orizontale	Beton armat asamblate prin precomprimare	●	●	—	—	
Prefabricat	Din elemente orizontale	Metal	—	—	—	●	

Fig. 4

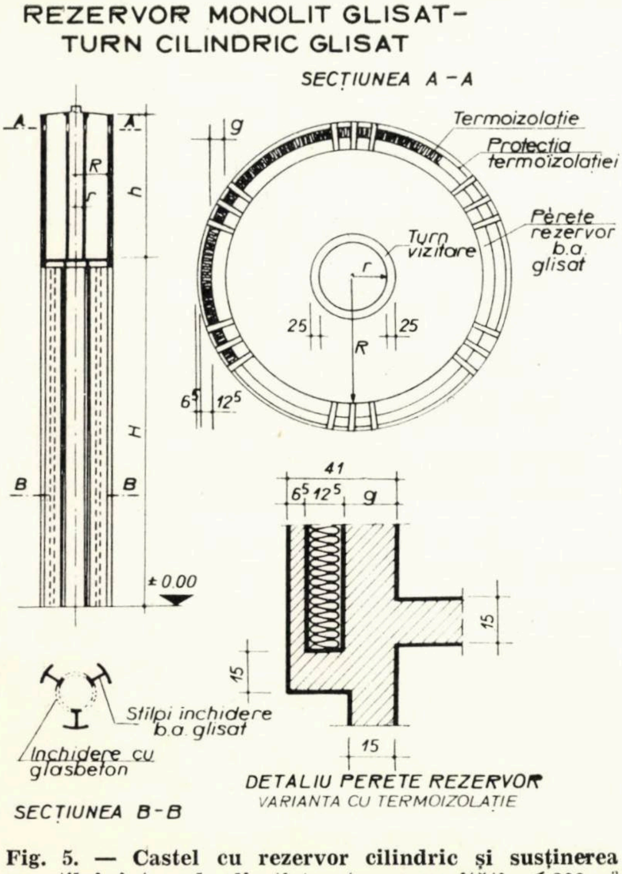


Fig. 5. — Castel cu rezervor cilindric și susținerea pe stîlpi integral glisați pentru capacități < 300 m³ și pentru înălțimi la sorb > 25 m.

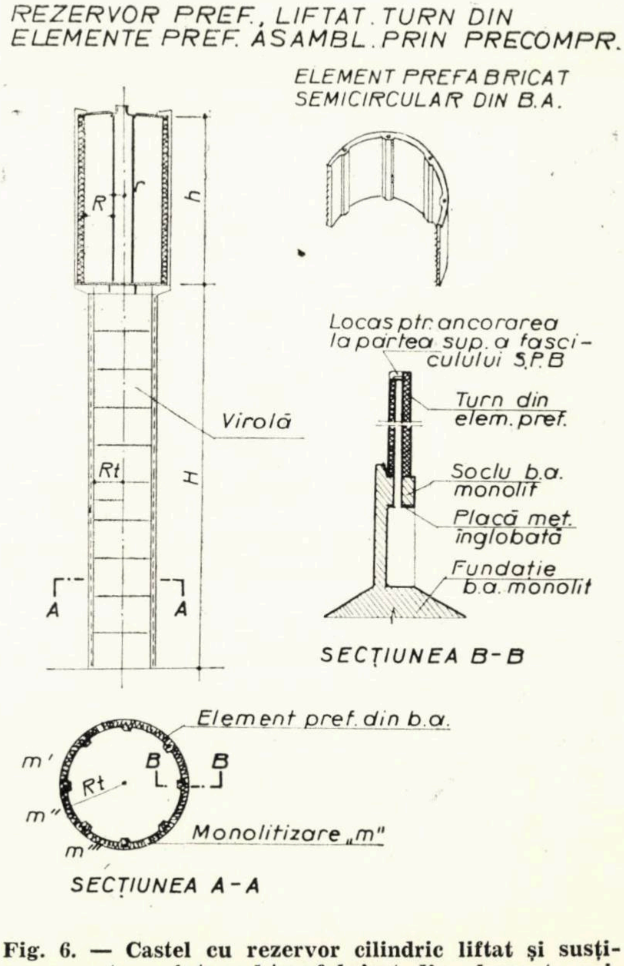


Fig. 6. — Castel cu rezervor cilindric liftat și susținere pe turn, integral prefabricat din elemente uzinate asamblate prin precomprimare pentru capacități < 300 m³ și pentru înălțimi la sorb < 25 m.

50 m³ la 1000 m³ cu înălţimi variind de la 15 m la 40 m, cu posibilităţi de adaptare la toată gama de înălţimi de susţineri intermediare, rezolvabile în viitor, pe bază de programe, cu maşina electronică de calcul.

Soluţiile prezentate s-au studiat diferenţiat, pe familii şi variante, determinate de sistemul tehnologic adoptat, corelat cu ansamblul castelului, format din două părţi principale, prezentate în fig. 4.

În fig. 5, 6, 7 şi 8 se prezintă rezolvări constructive de ansamblu propuse spre tipizare.

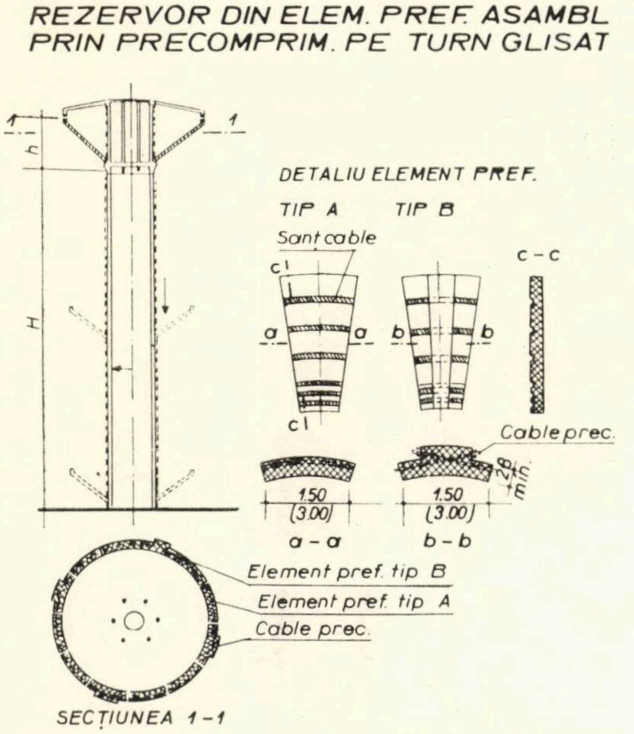


Fig. 7. — Castel cu rezervor tronconic liftat, din elemente prefabricate asamblate prin precomprimare la sol şi susţinere pe turn glisat pentru capacităţi > 200 m³ şi înălţimi > 25 m.

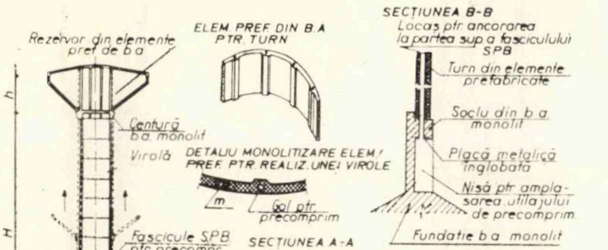


Fig. 8. — Castel cu rezervor tronconic liftat din elemente prefabricate asamblate la sol prin precomprimare şi susţinere pe turn, integral prefabricat din elemente asamblate pe verticală prin precomprimare pentru capacităţi > 200 m³ şi înălţimi < 25 m.

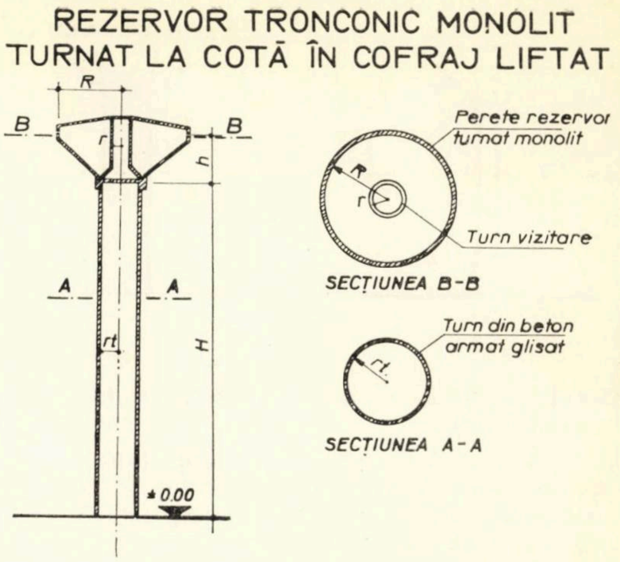


Fig. 9

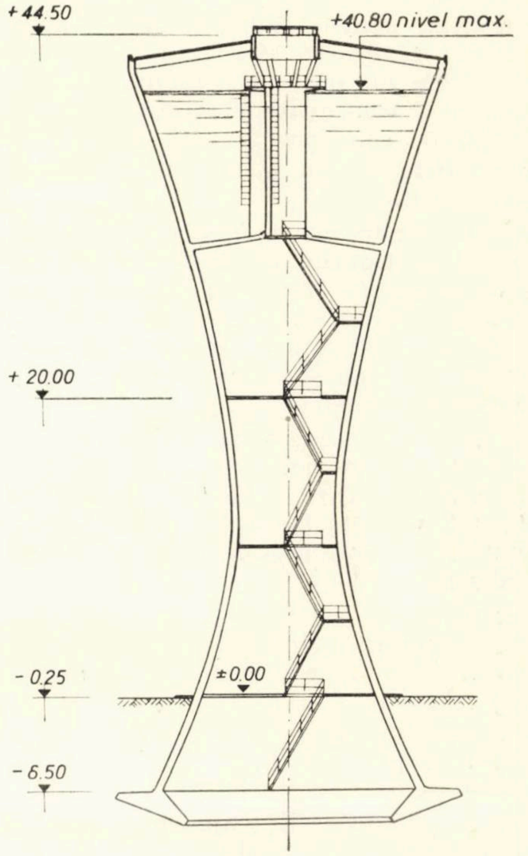


Fig. 10

La soluţiile cu elemente prefabricate se consideră că, în etapa actuală, precomprimarea rezervoarelor poate şi trebuie să fie generalizată, dat fiind faptul că structura respectivă, prin modul ei de solicitare la eforturi axiale de întindere, se pretează perfect utilizării raţionale a acestei metode. De asemenea, din punct de vedere al exploatării, utilizarea precomprimării la pereţii rezervorului, şi în special în punctele de racordare cu planşeul de

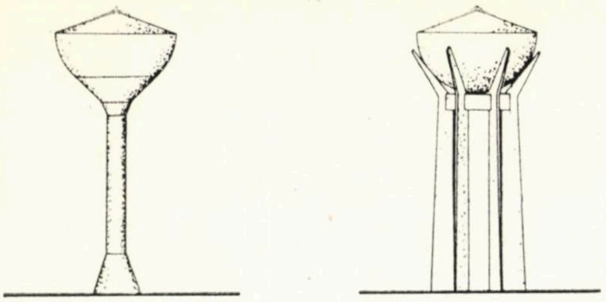


Fig. 11

fund, prezintă un grad superior de asigurare a etanşeităţii.

O problemă în curs de analiză, împreună cu specialiştii INCERC, o constituie în prezent alegerea sistemului de precomprimare celui mai adecvat formelor cilindrice şi tronconice ale rezervoarelor de serie, care necesită, în special la capacităţile mici, cercetări suplimentare asupra utilizării barelor groase PC.90.

Totodată, pentru anumite cazuri, apreciindu-se că realizarea structurii din elemente prefabricate nu poate fi raţională, a rezultat necesar a fi continuate şi soluţii în beton monolit glisat, care pot fi încă considerate ca soluţii eficiente din punct de vedere al industrializării.

Pentru aceste cazuri însă s-au avut în vedere numai tipurile de castele de capacităţi reduse, respectiv 50 ; 100 ; 200 şi 300 m^3, la care forma cilindrică a rezervorului a rezultat satisfăcătoare şi, prin adoptarea aceloraşi diametre pentru susţinere şi rezervor, se poate face execuţia integral prin glisare.

Totodată, s-a considerat raţională executarea susţinerii în beton monolit glisat şi la acele castele la care, pe de o parte, înălţimile sînt mari (25 m şi 30 m), iar pe de altă parte rezervorul de formă tronconică se rezolvă în prefabricate.

Tot pentru o perioadă de tranziţie s-a considerat necesară introducerea variantei cu rezervorul executat la cotă din beton monolit în cofraj liftat, în situaţii speciale, cînd amplasarea castelului şi dotarea şantierului cu utilaje nu se pretează la alte soluţii constructive (fig. 9).

Pentru castelele de capacităţi mai mari (750 şi 1000 m^3) s-a studiat şi varianta cu rezervor şi turn hiperbolic din beton armat sau precomprimat, turnat în cofraj păşitor (fig. 10), cu starea de eforturi în pereţii rezervorului mult îmbunătăţită.

Pentru castelele de capacităţi foarte mici (50 m^3) s-a preconizat o analiză comparativă şi cu o variantă de rezervor metalic (de forma unei suprafeţe de rotaţie cu curbură pozitivă pentru preluarea eforturilor inelare preponderente de întindere) dispus pe stîlpi din beton armat (fig. 11).

Pentru restul elementelor componente ale castelului (acoperişul şi ansamblul planşeu de fund cu turn de vizitare), în variantele de castel integral prefabricat s-au studiat soluţii din elemente uzinate dispuse radial pentru acoperiş şi preturnate la planşeul de fund şi turnul de vizitare.

Pentru fundaţii, s-au analizat diferite forme (radier general, talpă inelară, talpă tronconică) pentru diferite terenuri şi capacităţi, în beton armat sau precomprimat (fig. 12).

Modularea elementelor componente ale castelului a fost concepută în ideea executării lor centralizat în unităţi specializate, cu posibilităţi de utilizare a aceloraşi tipare la mai multe capacităţi.

Ca principii de aplicare la investiţii a fiecărei soluţii constructive prezentate mai sus, acestea sînt în funcţie de dotarea şantierului, de forma adoptată pentru capacitate şi înălţime, pentru satisfacerea cerinţelor funcţionale şi plastice (fig. 13, 14 şi 15).

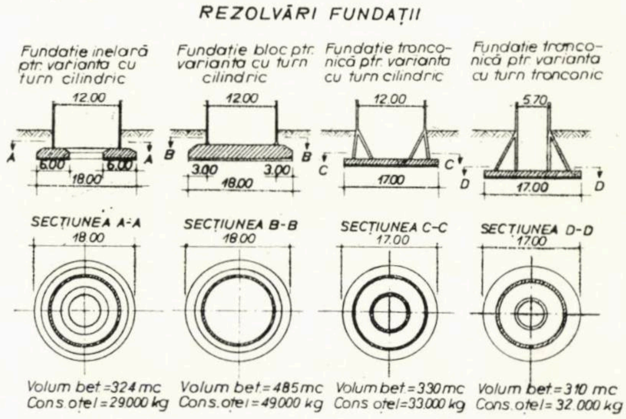


Fig. 12

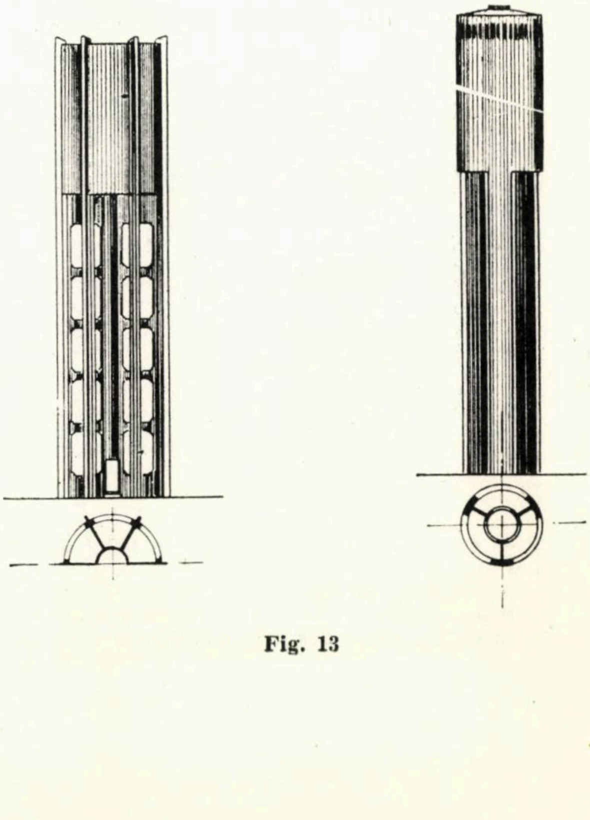


Fig. 13

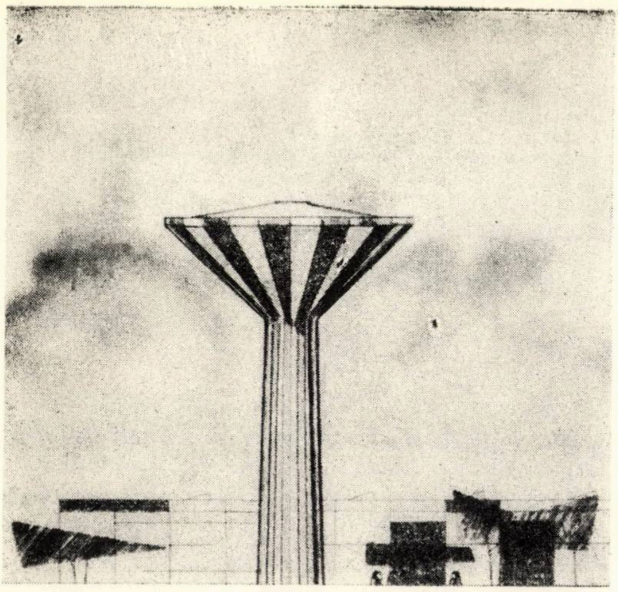


Fig. 14

Problemele foarte importante legate de realizarea etanșeității prin betoane compacte pe șantier în cofrajul glisant sau de tratarea ulterioară a betonului prefabricat constituie obiectivele unor experimentări în curs de aplicare la o investiție din cadrul complexului chimic Pitești.

O altă preocupare în cadrul studiilor a constituit-o și problema termotehnică care să delimiteze domeniul de aplicare a izolației la pereții rezervorului pe bază de bilanțuri termice.

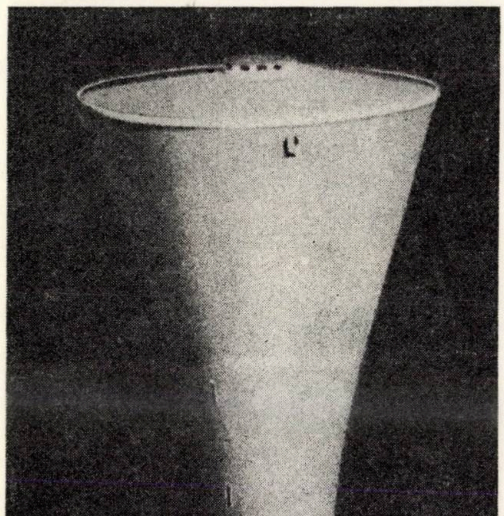


Fig. 15

În ceea ce privește domeniul rezervoarelor de apă, avînd în vedere frecvența de aplicare a unei game mai mari de capacități în raport

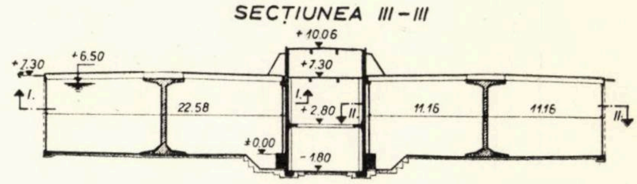


Fig. 16

cu castelele de apă, studiul propune tipizarea rezervoarelor individuale cu capacități între 50 m^3 și 10 000 m^3 și a rezervoarelor cuplate între 2×150 m^3 și 2×10 000 m^3.

În ceea ce privește forma optimă în plan a rezervoarelor în funcție de capacitate, din

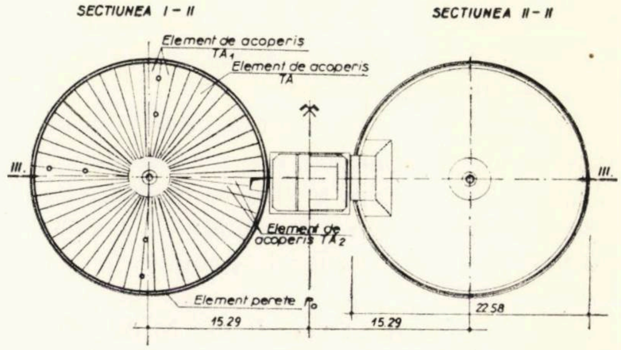


Fig. 17

cercetarea materialului documentar și a posibilităților de execuție din țara noastră a rezultat indicată forma circulară pentru recipienți pînă la 5000 m^3 inclusiv, pe considerente statice (deoarece predomină eforturi axiale), pe considerente economice și de consumuri de materiale, precum și datorită faptului că această formă se pretează foarte bine prefabricării și precomprimării pereților în condiții de industrializare maximă.

Pentru capacitatea de 10 000 m^3 se propune tot forma circulară, adoptată și în alte țări, urmînd ca în cadrul fazelor următoare de proiectare să se verifice economicitatea ei în comparație cu forma dreptunghiulară, pe bază de indici tehnico-economici calculați pentru soluțiile propuse spre tipizare. De altfel, o oarecare frecvență a rezervoarelor dreptunghiulare apare, pînă în prezent în străinătate în special

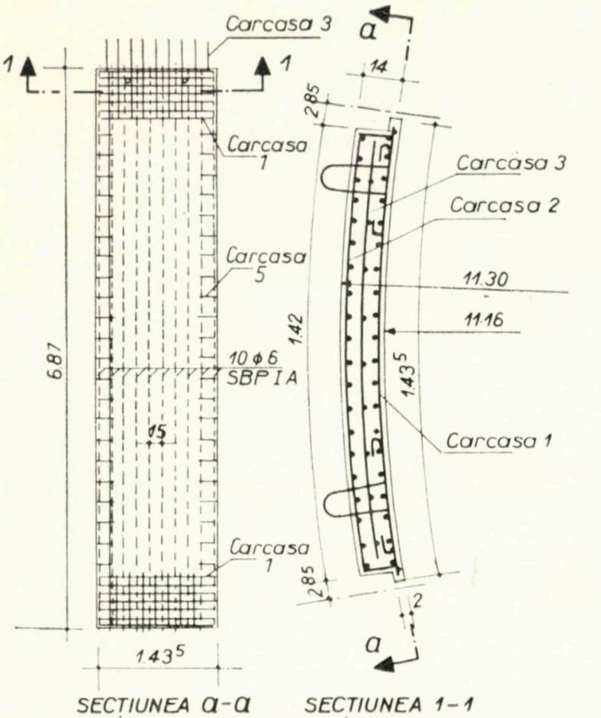


Fig. 18

la capacităţi de ordinul 20 000—30 000 m³, cu caracter de unicat.

Referitor la raportul optim între înălţime şi diametru (o preocupare şi a cercetătorilor străini care au găsit o valoare medie orientativă de 0,25 pentru capacităţi între 500 şi 10 000 m³) el este în curs de stabilire, în funcţie de capacitate şi ţinînd seama de toţi factorii care intervin (raport convenabil între volumul util şi volumul construit, alcătuirea avantajoasă şi serierea prefabricatelor, limitarea presiunii interioare etc.).

La amplasarea pe înălţime, rezervoarele tipizate vor putea fi folosite în toate cele trei cazuri : îngropat, semiîngropat sau suprateran,

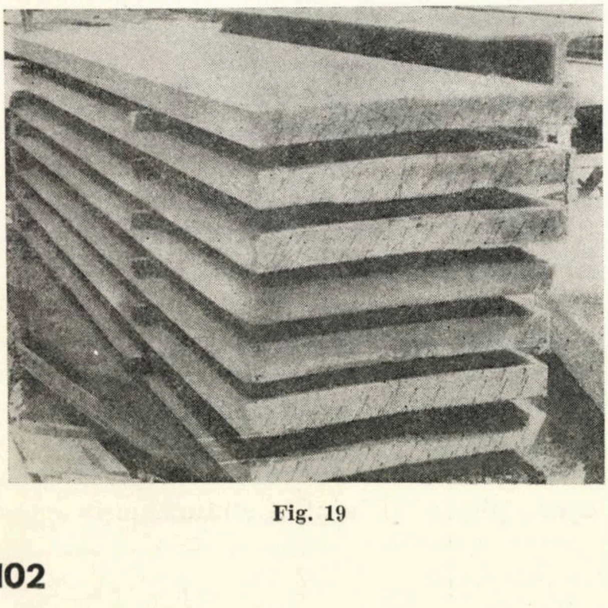


Fig. 19

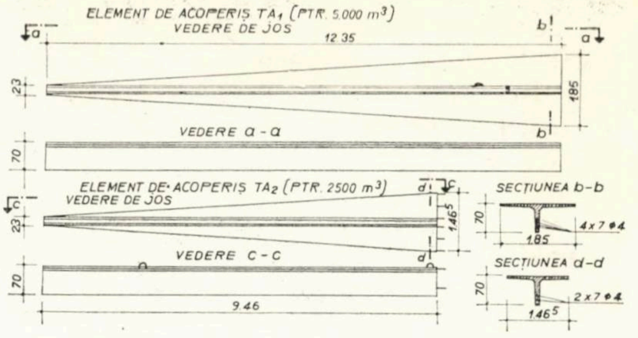


Fig. 20

recomandînd însă varianta semiîngropat pentru a obţine lucrări minime de terasament.

Din punct de vedere al soluţiilor constructive, este creat un precedent cu bune rezultate prin soluţia integral prefabricată, cu asamblare pe şantier prin precomprimare cu fir continuu, aplicată la rezervoarele de apă cuplate 2×2500 m³, realizate cu elemente preturnate în tipare de lemn conform proiectelor I.P.C. (de ex. Combinatul Siderurgic Galaţi).

În prezent, fiind în curs de definitivare soluţia tipizată, care se experimentează pentru aceeaşi capacitate la rezervorul de alimentare cu apă a oraşului Sf. Gheorghe, executat însă în prefabricate uzinate în tipare metalice unificate, cu rezervorul de 5000 m³, se propune în viitor pentru toate capacităţile alcătuirea pereţilor şi acoperişurilor din elemente prefabricate (fig. 16, 17, 18, 19, 20, 21).

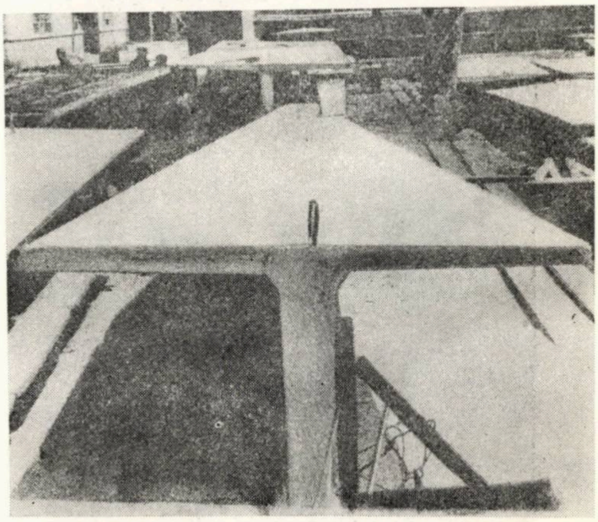


Fig. 21

Soluţiile studiate sînt grupate pe categorii de capacităţi în vederea obţinerii, ca şi la castelele de apă, a unor seturi de cofraje de inventar unificate pentru elementele de pereţi şi de acoperiş, al căror număr variază în funcţie de capacitate, condiţii de confecţionare, transport şi montaj.

Astfel :

I. **Pentru rezervoarele mici (50—300 m^3)** s-au studiat variante cu peretele articulat la partea inferioară într-o fundație despărțită prin rost de radierul general, pentru evitarea eforturilor din tasări inegale.

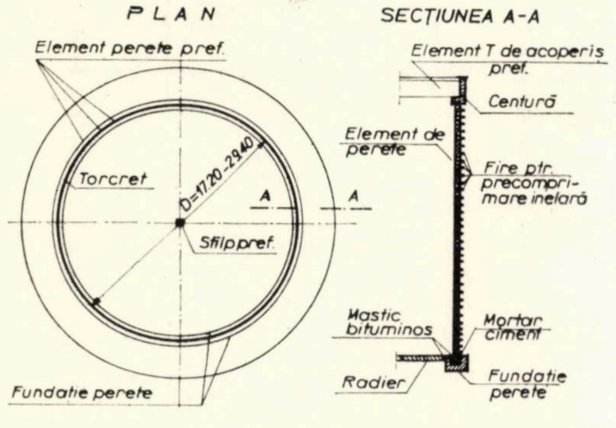


Fig. 22

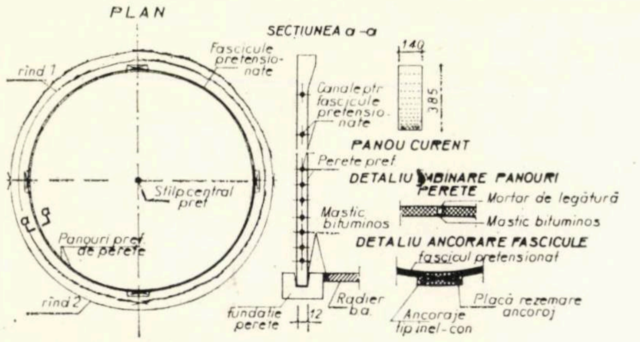


Fig. 23

Soluțiile constau în structuri integral prefabricate, cu elementele de pereți asamblate prin precomprimare (cu bare PC 90), folosind aceleași principii de alcătuire ca și la recipienții de formă cilindrică ai castelelor de apă, prezentate anterior. În paralel, pentru capacitățile foarte reduse, la care precomprimarea nu este eficientă, s-au menținut și soluțiile din beton monolit realizate cu mijloace tehnologice industrializate (cofraje pășitoare etc.).

II. **Pentru rezervoarele mici (300—1000 m^3) și mijlocii (1000—5000 m^3)** sînt propuse două categorii de soluții integral prefabricate, diferența între ele constînd în sistemul de asamblare prin precomprimare pe șantier a elementelor de pereți : fie cu sîrme prin înfășurare, fie cu fascicole.

Varianta de rezolvare în prefabricare cu precomprimare cu fir continuu, similară cu cea tipizată, este prezentată în fig. 22.

Soluția permite utilizarea cîte unui singur tip de prefabricate pentru perete și acoperiș, permițînd utilizarea lui la cel puțin două capacități apropiate pentru aceeași înălțime de rezervor.

La partea inferioară a peretelui este prevăzută o centură circulară de secțiune specială, care permite circulația utilajului de înfășurare. Celelalte detalii constructive se pot rezolva ca în variantele precedente.

În fig. 23 peretele este alcătuit din bolțari verticali asamblați prin precomprimare, prevăzuți cu canale amplasate centric în grosimea bolțarilor, în zonele de ancorare fiind prevăzute panouri speciale.

Detaliul de rost longitudinal între bolțari are o formă care permite umplerea prin matare cu mortar de legătură, iar spre interiorul recipientului impermeabilizarea rostului cu mastic bituminos. Prin utilizarea a numai două tipuri de prefabricate la un rezervor se obține reducerea manoperei pe șantier și scurtarea duratei de execuție. Modul de amplasare a fascicolelor permite o bună protejare cu beton și deci siguranță în exploatare.

Pentru a evita dificultatea anfilării fascicolelor s-a analizat, în fig. 24, și o variantă cu bolțari prevăzuți cu canale speciale, la înălțimi determinate de poziționarea armăturii de pretensionare, care, după precomprimare, urmează a fi torcretate. În îmbinarea dintre doi bolțari se prevăd țevi de protecție a fascicolelor, precum și matarea cu mortar de ciment

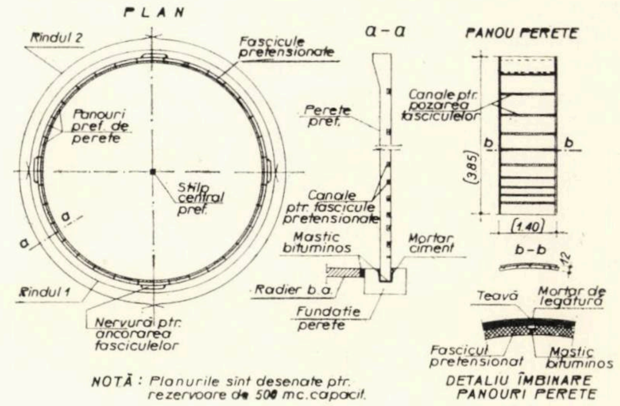


Fig. 24

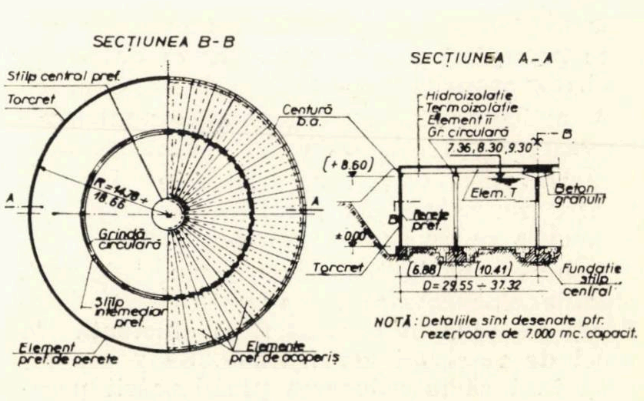


Fig. 25

și etanșeizarea rostului cu mastic de bitum. Bolțarii speciali prevăzuți cu nervuri permit rezemarea ancorajelor la capetele fascicolelor. Această soluție, cu înglobarea fascicolelor în canale exterioare, prezintă dezavantajul că nu asigură protecția în aceleași condiții a armăturii de precomprimare, care poate fi expusă coroziunii.

III. **La rezervoarele mijlocii (5000-10 000 m³)** la care s-au extins aceleași soluții de pereți, datorită dimensiunii mari în plan, în afară de stîlpul central din beton armat prefabricat poate apare necesitatea dispunerii unui alt șir de stîlpi intermediari din beton precomprimat pe care reazemă o grindă circulară (fig. 25). Acoperișul este realizat din două tipuri de elemente prefabricate de tip T sau cheson, dispuse radial. Numărul elementelor marginale depășește pe cel al elementelor centrale, fiind dictat de lățimea maximă (3 m) a plăcii transportabile pe calea ferată.

Peretele este simplu rezemat, în etapa de precomprimare, și articulat, în etapa de exploatare. La rezervoarele mari se adoptă rezemarea simplă (cu deplasarea limitată) și în exploatare, luîndu-se măsurile necesare pentru asigurarea etanșeității.

IV. **Pentru rezervoarele mari (10 000—20 000 m³)** s-a studiat, în paralel cu forma circulară, forma dreptunghiulară în varianta de prefabricare integrală (fig. 26 și fig. 27), la care acoperișul este rezolvat cu elementele curente folosite la hale industriale prefabricate, iar elementele de perete sînt dispuse între stîlpii marginali.

O problemă specială de studiu a format-o alcătuirea constructivă a acoperișului integral prefabricat din elemente chesonate, TT-uri sau T-uri, precum și a radierului, și anume: în formă de cupolă, înclinat, plan și cu taluze înclinate la margine. Din analiza comparativă a rezultat avantajos radierul plan sau cu taluze înclinate la margine, în special la rezervoare de capacități mari, celelalte sisteme prezentînd dezavantaje atît din punct de vedere al reducerii volumului util, al apariției de eforturi de întindere în inelul marginal, cît și al execuției mult mai pretențioase.

Legătura peretelui cu radierul poate fi o rezemare de următoarele tipuri:

- îmbinare de continuitate (încastrare perete în radier) pentru rezervoarele de perete de beton monolit armat;
- articulația peretelui în radier pentru rezervoare cu peretele prefabricat precomprimat;
- rezemare simplă cu translație limitată pentru rezervoare cu peretele precomprimat, și anume pe perioada precomprimării.

Sub aspectul indicilor de consum și de preț, studiile elaboratoare nu s-au finalizat, detalierea lor pînă în prezent fiind efectuată la nivel de rezolvări constructive. Se poate estima însă că introducerea prefabricării peretelui duce (de exemplu la un rezervor 2000 m³

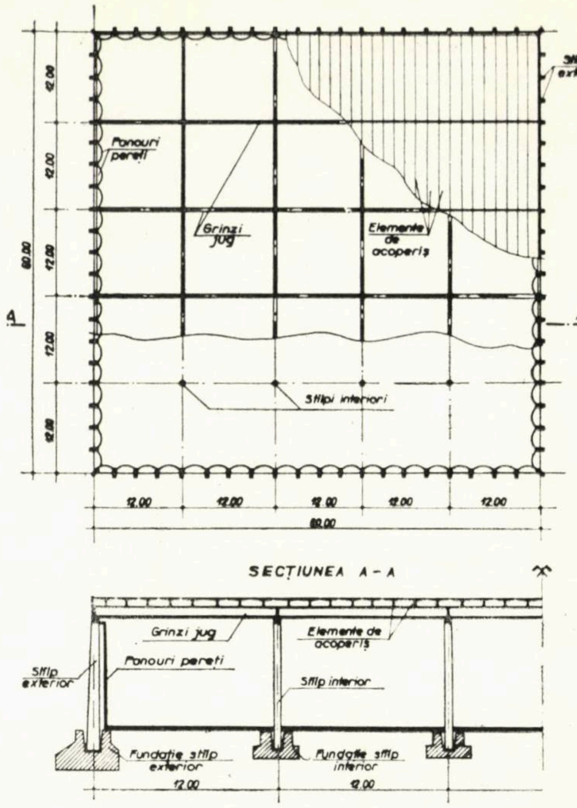


Fig. 26

capacitate) la economii față de soluția monolit de 20% la beton, 14% la oțel și 35% la manoperă pe șantier, iar la un rezervor de 10 000 m³ se obține o economie de 14% la beton, 20% la oțel și 23% la consumul de manoperă pe șantier.

În afara reducerii consumurilor de materiale, în general, și a celor deficitare, în special, prefabricarea oferă posibilitatea execuției industrializate, cu toate avantajele ce decurg: calitate superioară a execuției, reducerea duratei de execuție și a manoperei pe șantier.

* * *

Ținînd seama de considerentele de mai sus, se constată că noua concepție de tipizare a

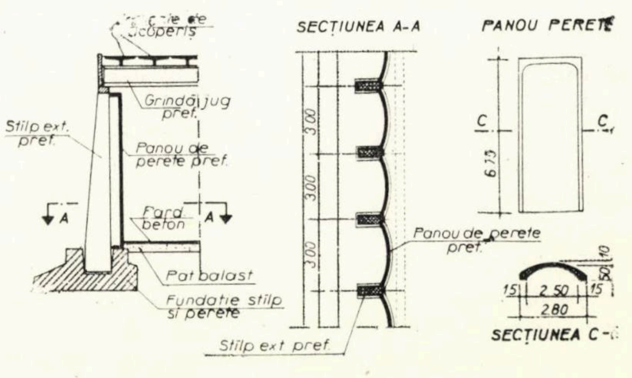
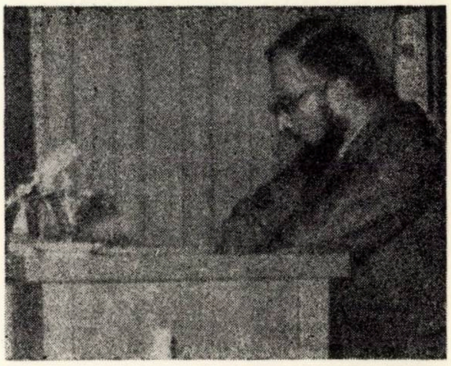


Fig. 27

castelelor și rezervoarelor, în soluțiile studiate, nu pune probleme care să nu poată fi rezolvate în țara noastră sub aspectul proiectării și al tehnologiilor de execuție.

Asigurarea obținerii rezultatelor scontate prin introducerea prefabricării integrale a unor recipienți etanși obligă însă la satisfacerea unor condiții dintre care cele mai importante sînt :

- specializarea unor unități de prefabricate pentru uzinarea elementelor componente din beton precomprimat în tipare unificate ;
- dotarea cu utilaje corespunzătoare pentru asamblarea acestora prin precomprimare pe șantier și liftarea ansamblului rezervor ;
- efectuarea tehnologiilor de execuție (betoane de calitate superioară, etanșeizări, glisări, precomprimări, liftări) de către o întreprindere specializată.



Ing. **DAN CĂPĂȚÎNĂ**, ing. **GH. CRISTEA**, mat. **DAN COCORA**
I.P.C.

UNELE PROBLEME RIDICATE DE INTRODUCEREA CALCULATOARELOR ÎN PROIECTAREA STRUCTURILOR

Proiectarea construcțiilor, ca parte integrantă a activității umane raționale guvernată de logică, începe să beneficieze de aportul masiv al calculatoarelor electronice.

Acest aport trebuie privit atît din punct de vedere cantitativ, prin degrevarea inginerului de partea de calcul numeric, cît și din punct de vedere calitativ, el însemnînd, în acest sens, o schimbare radicală a metodologiei activității de proiectare.

Înființarea în cadrul Ministerului Construcțiilor Industriale a unui centru de calcul și înzestrarea acestuia cu un calculator IRIS 50 creează premisele necesare trecerii proiectării din țara noastră la un nivel superior.

În cele ce urmează se prezintă preocupările I.P.C. avînd drept scop elaborarea unui sistem unitar de programe de automatizare a proiectării în construcții.

I. BIBLIOTECA DE PROGRAME A I.P.C.

Programele existente la ora actuală în I.P.C. au ca obiect calculul și dimensionarea automată a structurilor.

Există, astfel, programe care studiază — în ipotezele calculului elastic — orice tip de structură plană sau spațială realizată din bare, acționată de forțe sau deplasări. Algoritmele de calcul sînt dezvoltate pe baza metodei matricei de rigiditate. Se obține starea de efort și de deformație completă rezultată dintr-un calcul de ordinul I și II.

Este studiată, de asemenea, comportarea dinamică și de pierdere a stabilității a structurilor în cadre, ambele reducîndu-se de fapt la formularea unor probleme de valori proprii — obținîndu-se intensitatea și distribuția sarcinilor seismice convenționale, precum și starea de efort și deformație corespunzătoare acestei solicitări, respectiv coeficientul de siguranță la pierderea stabilității.

În privința dimensionării elementelor de construcție, I.P.C. deține în prezent programe care dimensionează automat grinzile precomprimate cu toroane drepte și fundațiile izolate de stîlpi. De asemenea, există rutine care

execută calculul sau verificarea secţiunilor de beton armat la compresiune excentrică, folosite pînă în prezent mai ales în cazurile în care se urmăreşte analizarea unui număr mare de variante de structură (de ex. programul *PAS 1*).

Programele enumerate mai sus, prin gradul de generalitate pe care îl au, acoperă într-o proporţie satisfăcătoare domeniul calculului structurilor alcătuite din bare.

II. PREOCUPĂRI ACTUALE

Apreciind că există în prezent o bază satisfăcătoare pentru a face posibilă trecerea la o etapă calitativ superioară, I.P.C. elaborează în momentul de faţă un program general pentru proiectarea automată a structurilor din bare, *Programul „PAS"*

Versiunea „PAS 1"

Programul este în stare de funcţionare şi a reprezentat o primă încercare de asamblare a cîtorva din programele amintite mai sus, pentru cazul halelor industriale parter avînd riglele articulate pe stîlpi. Programul execută toate calculele statice, dinamice şi de stabilitate, face automat combinaţiile de încărcări cerute, alege combinaţiile defavorabile, armează stîlpii în secţiunea de la bază şi de la partea superioară, calculează consumul de beton şi oţel, precum şi un preţ de cost estimativ pentru stîlpi.

Versiunea „PAS 2"

Programul este în curs de elaborare şi testare. El îşi propune să rezolve structurile în cadre de beton armat, pornind de la un minimum de date care definesc structura topologic, geometric, mecanic şi fizic, şi ajungînd la calculul armăturii necesare în diferite secţiuni ale barelor, tipărind în acelaşi timp toate informaţiile necesare proiectării structurii.

Realizarea unui asemenea program este condiţionată de segmentarea sa în unităţi care funcţionează independent. Segmentele sînt păstrate în memoria externă a calculatorului, fiind aduse în memoria internă numai în momentul execuţiei.

Structura arborelui ca şi apelarea segmentelor în memoria internă sînt dirijate prin program.

Fragmentarea oferă programului o mare elasticitate, permiţînd modificarea şi dezvoltarea sa ulterioară.

Programul conţine (fig. 1) :

Segmentul 1 : **Date**

Volumul de date generale introdus în calculator defineşte structura din punct de vedere geometric, topologic, fizic, cinematic şi mecanic. Acest bloc de date este depus în memoria externă şi alcătuieşte un segment.

Segmentul 2 : **Verificarea datelor**

Problema verificării corectitudinii datelor de intrare este deosebit de importantă, ea putînd duce la nefuncţionarea programului sau, şi mai periculos, la obţinerea unor rezultate incorecte. Greşelile survenite la introducerea datelor pot fi de natură formală sau logică.

Pentru evitarea accidentelor ce pot apărea în exploatarea sa, programul este prevăzut cu un sistem complex de verificări.

Verificările sînt opţionale ; ele pot fi evitate parţial.

Segmentul 3 : — **Calculul informaţiilor pentru dimensionare — C.I.D.I.** (fig. 2)

Primul segment de rang inferior apelat este cel de determinare a solicitărilor seismice convenţionale *„SECON"*, deoarece aici calculul este condus pentru construcţia în ansamblu.

Se începe apoi studiul fiecărui cadru în parte. Se apelează segmentul *„COMBI"* care calculează combinaţiile cerute. Operaţia se face la nivel de solicitări şi nu de eforturi finale datorită calculului neliniar.

Următorul segment apelat este *„CAPLAN" 4* (fig. 3), care determină starea de efort în bare din solicitările statice.

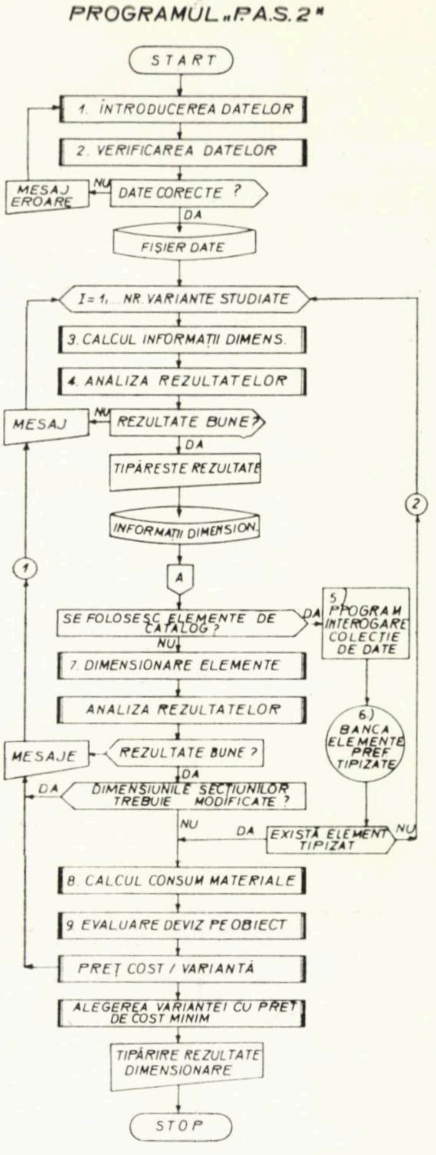


Fig. 1

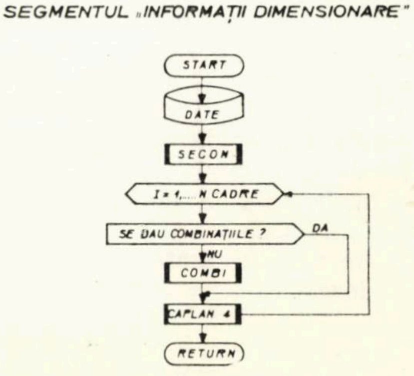


Fig. 2

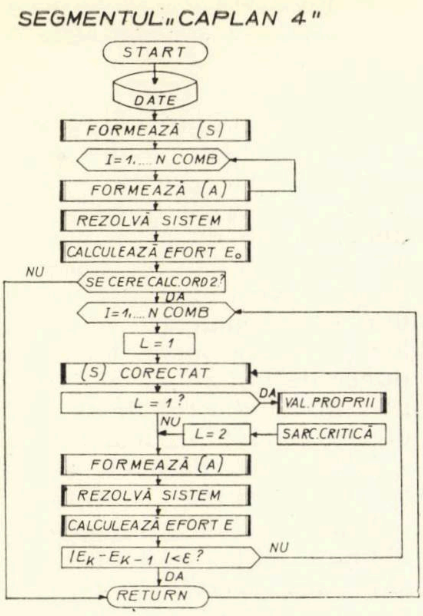


Fig. 3

Calculul pe fibră deformată este opţional şi se face iterativ. În paralel se singularizează matricea de rigiditate corectată, obţinîndu-se valorile critice de pierdere a stabilităţii.

Segmentul 4 : **Analiza rezultatelor**

Acest segment face o analiză detaliată a rezultatelor obţinute în calculul static şi dinamic. Restricţiile impuse valorilor numerice obţinute sînt fie cele prevăzute în standarde (valori maxime pentru perioada de vibraţie la cutremur, coeficient de siguranţă la pierderea stabilităţii etc.), fie impuse de către proiectant.

Segmentul conţine mesaje de avertisment precum şi mesaje care au ca efect trecerea la analizarea unei alte variante de structură.

Segmentele 5 şi 6 : **Banca elementelor prefabricate tipizate**

Aceste segmente se află într-o stare incipientă de elaborare şi ele nu vor fi cuprinse în varianta *P.A.S. 2.*

Pentru început s-a trecut la organizarea unei colecţii de date, ceea ce presupune codificarea tuturor instrucţiunilor de catalog şi a proprietăţilor elementelor. Organizarea şi codificarea acestor elemente trebuie astfel concepută încît să permită o interogare comodă a acestei colecţii din diferite puncte de vedere.

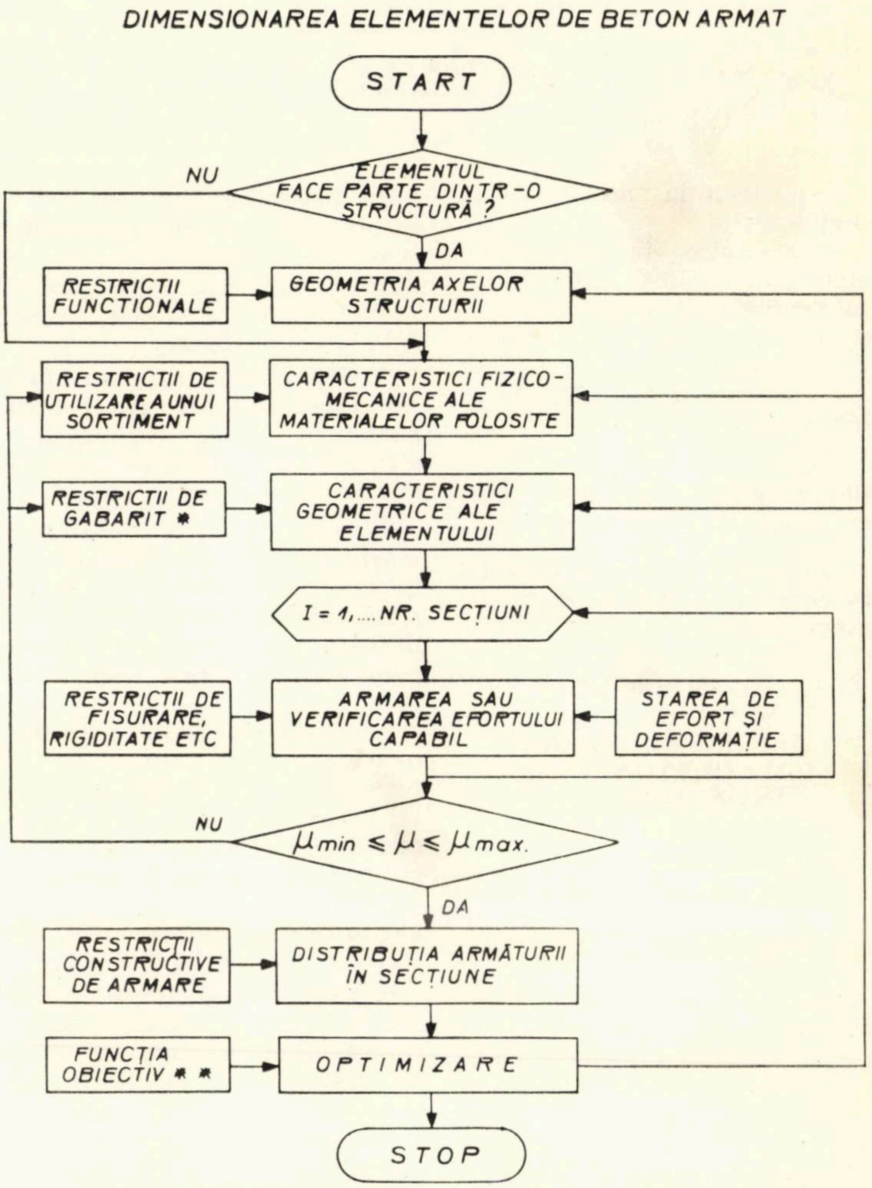
Segmentul 7 : **Dimensionarea elementelor de beton armat**

Acest segment face obiectul unor programe de perspectivă ale I.P.C. Pentru varianta *P.A.S. 2*, se vor obţine, pe baza apelării acestui segment, armăturile necesare în grinzile şi stîlpii de beton armat (fig. 4).

De asemenea, segmentul dimensionează şi alcătuieşte constructiv fundaţiile stîlpilor pe baza programului *„FIZOP"*.

Într-o fază ulterioară, sistemul de dimensionare automată va cuprinde :

— program pentru calculul secţiunii de orice formă poligonală supusă la unul sau mai multe eforturi — conceput ca un ansamblu de subrutine de verificare, dimensionare, efort capabil etc. care sînt apelate în funcţie de parametri daţi ;



* *Cuprind : restricţii de fabricaţie, transport, greutate, restricţii constructive de alcătuire a elementului, restricţii pe considerente de arhitectură, tehnologie, instalaţii etc.*

** *Funcţia obiectiv poate fi : cost, consum de oţel etc.*

Fig. 4

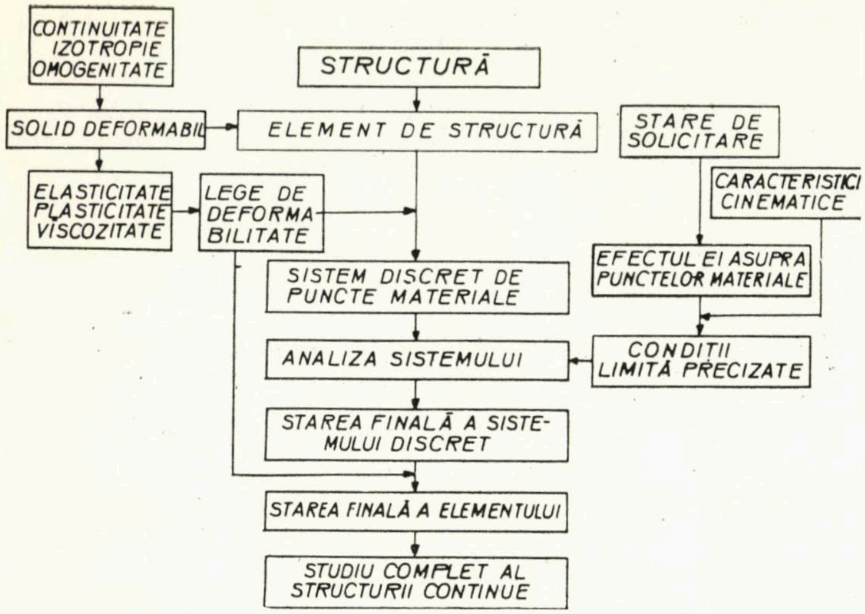


Fig. 5

— distribuţia armăturii în secţiune ;

— alcătuirea în lung a elementului, cuplînd toate secţiunile cercetate şi respectînd prescripţiile constructive impuse de standarde ;

— desene de execuţie ale elementului.

Segmentul 8 : **Calculul consumurilor de materiale**, nu ridică probleme demne de a fi semnalate.

Segmentul 9 : **Evaluarea devizului pe obiect**, va fi asimilat de la alte programe existente.

III. IMPLICAŢII ŞI CONSECINŢE ALE INTRODUCERII CALCULATOARELOR ÎN PROIECTARE

a) **Implicaţii**

1. *Modificarea conceptului de structură*

Calculul unei structuri presupune studiul comportării în regim static şi dinamic a unui sistem de puncte materiale în condiţii limită impuse. Punctele materiale au un număr determinat de grade de libertate cinematică şi sînt interconectate prin elemente caracterizate printr-o lege dată de deformabilitate (fig. 5).

Această formulă implică :

α. Trecerea de la analizarea unui sistem continuu de puncte materiale la cea corespunzătoare unui sistem discret — adecvată aplicării unor metode numerice de rezolvare pretabile la automatizare.

β. Algoritmele fundamentale de calcul sînt identice pentru structurile plane sau spaţiale alcătuite din elemente uni, bi sau tridimensionale.

Este suficient a se defini numărul şi tipul gradelor de libertate ale nodurilor, precum şi caracteristica de deformabilitate a fiecărui element component al structurii, exprimată prin matricea sa de rigiditate elementară. Termenii componenţi ai acestei matrici se determină după obiectul studiului în conformitate cu ipotezele rezistenţei materialelor (cazul structurilor din bare), a teoriei elasticităţii (cazul structurilor alcătuite din elemente plane), a calculului de ordinul 2 etc.

γ. Condiţiile la limită se exprimă comod şi precis, unele conexiuni prezentînd o stare determinată de solicitare sau deplasare.

δ. Extrapolînd, se poate afirma că aceleaşi principii generale de calcul se aplică şi pentru structuri alcătuite din medii pulverulente, plastice, vîscoase, fluide etc., prin aceasta extinzîndu-se mult domeniul unor progrese generale.

2. *Modificarea modului de abordare a normativelor de calcul.*

Noile prescripţii de proiectare a elementelor de beton vor trebui să ţină seama de perspectiva preluării calculelor de dimensionare de către maşină, atît din punct de vedere formal, în sensul unei exprimări pretabile la automatizare a formelor de dimensionare, cît şi din punct de vedere al metodologiei însăşi, încercîndu-se a se oferi formulări cît mai general valabile, chiar dacă ele duc la relaţii matematice complicate.

Pentru calculator, avantajele obţinute prin existenţa unor algoritme generale de calcul al secţiunii sînt mult mai importante decît o eventuală complicare a formulelor.

De asemenea, actualele delimitări ale aplicării unor anume formule (în funcţie de poziţia axei neutre de ex.) prezintă discontinuităţi în rezultate.

3. În general, ar trebui repusă în discuţie ideea dăunătoare a lipsei de rigurozitate formală şi de fond a noţiunilor şi exprimărilor inginereşti.

Insistăm în special asupra rigurozităţii şi complexităţii formulării problemei de către proiectant (ne gîndim de ex. la implicaţiile ridicate de abordarea calculului spaţial al unei construcţii, conducerea calculului pe fibră deformată, aprecierea corectă a ansamblului de fenomene plastice, reologice etc. prin care înţelegem azi caracteristica de adaptabilitate a unei construcţii etc.). Aceasta presupune implicit o aprofundare a principiilor de bază ale mecanicii construcţiilor.

Cele de mai sus trebuie să aibă implicaţii şi în sistemul de învăţămînt superior unde sînt necesare unele modificări de puncte de vedere în modul de abordare a studiului mecanicii construcţiilor. Ar trebui probabil micşorată ponderea însuşirii unor metode de calcul simplificate, grafice sau iterative şi dezvoltate, în consecinţă, cunoştinţele de mecanică teoretică şi analitică.

În același spirit trebuie privite și eforturile unor ingineri în direcția întocmirii de tabele sau abace de calcul pentru probleme mai mult sau mai puțin generale.

4. Vor trebui dezvoltate și introduse în practica curentă metode și modele matematice de optimizare a unei probleme date în raport cu un număr de parametri impuși.

În sensul cel mai larg, *„optimizarea în proiectare"* înseamnă combinarea proprietăților geometrice, topologice și fizice în așa fel încît să se execute construcția care satisface în cel mai înalt grad criteriul funcțional, economic, precum și al coeficientului de siguranță.

Este formulat aici obiectivul oricărui proiect de construcție și, probabil, el nu poate fi atins fără intervenția calculatoarelor.

Este, de asemenea, necesar a se analiza în paralel utilitatea folosirii calculatoarelor numerice sau analogice.

b) **Consecințe**

1. Transferarea întregului volum de calcul pe mașină va necesita o redistribuire a ponderii și a timpilor afectați unor faze de proiectare, în sensul unei mai ample detalieri impuse fazei STE. Va trebui să se analizeze, la această fază, un număr mult mai mare de variante, acționîndu-se de asemenea și în interiorul unui anume tip de structură pînă la atingerea echilibrului dorit d.p.d.v. funcțional, economic sau al siguranței construcției. În compensație, faza P.E. se va putea reduce substanțial.

2. Eficiența introducerii calculatoarelor în proiectare va putea fi corect apreciată numai dacă se va modifica radical optica de proiectare în sensul celor de mai sus. Această modificare este imperios necesară în condițiile actuale, și ea se realizează de altfel într-o serie de țări. Această nouă concepție de proiectare va trebui să ducă la :

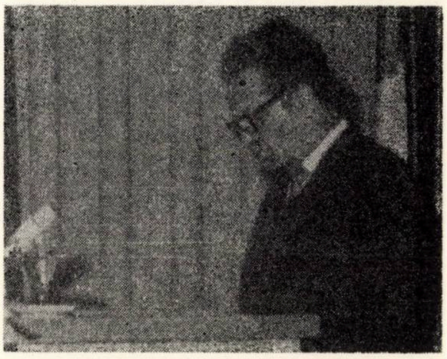
— reducerea prețului de cost al construcției prin alegerea unei soluții optime ;

— mărirea coeficientului de siguranță real printr-o apreciere corectă a comportării construcției la diferite stări de solicitare.

Numai după ce vom discuta de pe aceste poziții noi, se va putea vorbi de o reducere a timpului și a numărului cadrelor de proiectare.

3. Exploatarea din ce în ce mai intensivă a calculatorului se va putea face numai pe măsură ce optica de apreciere a posibilităților mașinii se va modifica. Dacă inginerii au acceptat relativ ușor ideea capacității calculatorului de a face calcule rapide și exacte, ei acceptă mult mai greu capacitatea sa de a lua o hotărîre, ceea ce, în fond, reprezintă nucleul programelor de proiectare.

Ing. **GHEORGHE MIHALACHE**,
pr. **VICTOR BOBICI**
I.P.C.



METODĂ RAPIDĂ PENTRU ELABORAREA GRAFICELOR-REȚEA

1. SCOPUL METODEI

Metoda propune un procedeu de elaborare rapidă a graficelor-rețea prin utilizarea unor piese și mijloace adecvate care înlocuiesc desenul : plăcuțe cu pastile magnetice, panouri din P.A.L. acoperite cu tablă și susținute de suporți, creioane speciale pentru completarea datelor pe plăcuțe (albe) și pentru trasarea arcelor în cadrul rețelei (negre) ; de asemenea, își propune să pună în valoare experiența și intuiția colectivă a factorilor interesați în programarea respectivă, preconizînd o realizare în colectiv a graficului-rețea cu mijloacele amintite și cu participarea simultană a celor responsabili.

2. CONȚINUTUL METODEI

Într-o reprezentare grafică, cu activitățile pe nodurile rețelei și condiționările pe arce, sînt folosite ca suporturi de informații pentru activități plăcuțele amintite, poziționate bucată cu bucată pe panouri, în prezența și în asentimentul factorilor interesați care hotărăsc modul de succesiune și condiționare a acestora ; ca noduri ale rețelei, plăcuțele se leagă între ele prin arce de condiționare, obținîndu-se în cele din urmă un grafic-rețea, eventual în mai multe variante, așa cum se va arăta mai departe. În paralel, se efectuează și calculul graficului, după metoda deja cunoscută, iar cînd toate elementele au fost stabilite, întregul ansamblu se fotografiază obținîndu-se imaginea completă a graficului-rețea care, multiplicată, poate fi distribuită participanților în vederea transpunerii acestuia în grafic calendaristic.

3. DOMENII DE APLICARE

După cum s-a arătat mai sus, metoda vizează în primul rînd realizarea rapidă a graficelor-rețea, iar formatul actual al plăcuțelor răspunde cel mai bine acestui scop. Totuși, cu unele adaptări, metoda se pretează și la rezolvarea altor probleme ca :

— analiza structurilor organizatorice ale unităților (variante de organigrame) ;

— studierea fluxurilor informaționale din întreprinderi și optimizarea lor ;

— realizarea unor variante de amplasament pentru mașini și utilaje ;

— alte diverse aplicații.

4. PREZENTAREA METODEI

4.1. Generalități

Activitatea de producție rezultă ca urmare a acțiunilor organizate de grupuri de oameni dotați cu utilaje și materiale.

Revoluția tehnico-științifică contemporană a mărit complexitatea activității de producție și a problemelor organizatorice și economice aferente.

În pas cu dezvoltarea generală, știința pune la îndemînă, datorită — în parte — facilității relative de abordare a acestor probleme, metode corespunzătoare de organizare și de conducere a unei activități de producție de mare anvergură.

Dar dificultățile inerente, legate de introducerea metodelor noi, țin tocmai de gradul, uneori mic, de facilitate ca și de lipsa condițiilor de punere imediată în practică, ceea ce provoacă în aceste cazuri o opoziție tenace, dăunătoare, chiar dacă apare numai sub forma unei prelungiri a experimentărilor. Dificultățile pot ține și de pasivitatea față de disciplina severă pe care o impune logica calculului, precizarea netă a responsabilităților și evidența permanentă a gradului de îndeplinire a sarcinilor.

În această situație, considerăm că este esențială concentrarea și orientarea eforturilor în direcția urgentării introducerii în practică a noilor metode și a atragerii în activitatea de elaborare a documentelor rezultate, a însăși factorilor interesați în aplicarea metodelor.

Pentru a nu se încărca inutil expunerea, ne vom referi cu precădere la primul domeniu de aplicabilitate a metodei rapide (programarea prin grafice-rețea), urmînd ca în final să evidențiem tratarea aproape similară a celorlalte domenii de aplicabilitate.

4.2. Graficele-rețea și metoda rapidă

Graficul-rețea, una din variatele aplicații ale teoriei grafelor — instrument modern al cercetării operaționale — înlătură relativitatea graficului clasic cu bare (Gantt) prin aceea că reprezintă ordinea logică a efectuării operațiilor în timp. Alternativele care pot fi studiate pe un grafic-rețea oferă conducătorului fundamentarea deciziei la alegerea variantei care corespunde cel mai bine obiectivului vizat. În plus, graficul-rețea conferă profunzime planificării și urmăririi, scoate în evidență operațiunile cheie, rezervele de timp și responsabilitățile.

Sistematizarea datelor sale permite foarte ușor actualizarea, ori de cîte ori se modifică prevederile inițiale.

Extinderea metodei în majoritatea domeniilor de activitate, în multe țări ale lumii, se explică în principal prin efectele economice rezultate. Se poate afirma că are un cîmp practic foarte larg de aplicație și că a trecut din categoria metodelor utile în categoria metodelor principale pentru o bună conducere a activității economice.

În ramura construcțiilor, metoda are o mai mare aplicabilitate, datele din literatura de specialitate citînd reducerea termenelor de execuție cu cca 20% (în unele cazuri s-a atins 37%) și economii de 10—15% la prețul de cost, deși costul total (planificare + urmărire) al aplicării metodei programării în rețea abia atinge 0,2—0,3% (și numai în cazul folosirii și a calculatoarelor electronice se ridică pînă la 1%). Trebuie să se țină seama că, oricum, și tehnica veche de programare în timp implică cheltuieli. Și din aceste motive, în unele țări, graficul-rețea a devenit obligatoriu la reglementarea contractuală a lucrărilor de construcții și la urmărirea executării lor.

Majoritatea întreprinderilor din sectorul M.C.Ind. folosesc în prezent, într-o mică măsură, posibilitățile pe care le oferă graficele-rețea datorită, după părerea noastră, lipsei unor înlesniri necesare. Și alte organizații industriale, cu profil apropiat, raportează că la aplicarea graficelor-rețea întîmpină rezistență —

printre altele — datorită asimilării greoaie a reprezentării activităților ; metoda, după 3—4 ani de aplicare, s-a extins abia la cca 15% din volumul total de construcții-montaje.

Metodele de bază ale graficelor-rețea, ca : C.P.M. ; P.E.R.T. ; M.P.M., apărute aproape simultan, în urma unor cercetări independente, se exprimă în comun cu privire la dimensiunea maximă a rețelei (drumul complet, cu lungime maximă) acordîndu-i o deosebită atenție sub numele de „drum critic", ceea ce a generat și o disciplină științifică de analiză (A.D.C.) și a fundamentat un nou stil de conducere *„prin excepție"*. Dar cele trei metode se exprimă deosebit în ceea ce privește modalitatea de reprezentare grafică. Astfel, primele două reprezintă activitățile pe arce, avînd rețeaua orientată pe evidențierea activităților (C.P.M.) și pe evidențierea evenimentelor (P.E.R.T.), în timp ce a treia reprezintă activitățile pe nodurile rețelei.

Metodele sînt relativ ușor de convertit între ele, iar ultima păstrează unele avantaje, ca :

— simplitatea și ușurința de asimilare ;

— nu implică activități fictive ;

— permite modificarea relațiilor de condiționare dintre activități ;

— reprezintă mai ușor suprapunerile de activități ;

— susceptibilitate redusă la comiterea de erori.

Alte metode derivă din cele de mai sus și reprezintă, în fapt, îmbunătățiri ale reprezentării grafice sau ale tehnicii de elaborare. Enumerarea acestor variante devine anevoioasă, deoarece numărul lor crește vertiginos (29 în 1963, cca 150 în prezent), iar în unele cazuri, în afara deosebirilor de denumiri, este greu de sesizat diferențele de metodă. Distincte sînt, în mod net, metodele la care stabilirea duratei totale se face în funcție de cost sau de folosirea uniformă a resurselor, de criterii de optimizare, cînd metodele au primit și denumiri adecvate (C.P.M.-Cost, P.E.R.T.-Cost, R.A.M.P.S. etc.).

Metodologia întocmirii graficelor-rețea comportă o tehnică, rezumată, în linii mari, la etapele următoare :

— analiza structurii lucrărilor în funcție de documentația existentă sau de stadiul fizic existent ;

— alcătuirea topologiei graficului-rețea ;

— stabilirea duratei activităților ;

— calculul drumului critic și, în general, al graficului, cu determinarea rezervelor de timp pe activități.

Convențional, există și o gradare după detalierea activităților și destinația graficului-rețea, după cum urmează :

— gradul I, grafice coordonatoare ;

— gradul II, grafice pe obiect ;

— gradul III, grafice pe proces tehnologic.

În vederea metodei rapide pe care o propunem a se experimenta, intră o combinație între metoda P.E.R.T. — OLIVETTI (elaborată de firma constructoare de aparate electronice „OLIVETTI", Italia) și metoda diagramelor de cartele (elaborată de Universitatea Heriot-Watt, Anglia), la care se adaugă o serie de elemente noi în etapele de redactare și calcul, precum și adaptabilitatea la aplicații în afara programării în rețea. Metoda rapidă este aplicabilă atît graficelor de gradul I, cît și celor de gradul II, iar celor de gradul III în măsura în care acestea implică o participare colectivă a factorilor interesați la elaborare.

De fapt, metoda P.E.R.T. OLIVETTI, deși poartă numele de P.E.R.T. derivă din metoda M.P.M., avînd activitățile pe nod, unde înscrie și duratele, spre deosebire de M.P.M. care atașează duratele la arce.

Metoda diagramei de cartele derivă din P.E.R.T. — OLIVETTI, deosebindu-se prin aceea că activitățile, în faza de redactare a graficului-rețea, sînt înscrise pe cartele, deci sînt volante și se plasează în grafic în prezența și cu asentimentul factorilor interesați.

Rezultă din cele de mai sus că și metoda rapidă propusă pentru experimentare derivă tot din M.P.M., metodă care are o mare răspîndire în Europa și în special în țările cu economie planificată, ca fiind conformă cu cerințele folosirii duratelor calculate (determinate), spre deosebire de P.E.R.T. care, cu ajutorul datelor și formulelor statistice, obține duratele cele mai probabile și un drum critic aprioric.

În alegerea făcută în legătură cu combinarea celor două metode de mai sus, s-a avut în vedere, în primul rînd, capacitatea lor de a reflecta proprietățile reale ale proiectului (proiect, în sensul ansamblului de acțiuni întreprinse pentru realizarea obiectivului). Este evident că, reprezentînd activitatea ca element primordial, netratînd conceptul de eveniment, obținem imaginea model a proiectului, cu activități succesive și cu un pronunțat caracter intuitiv. Se obțin în același timp posibilități deosebite de analiză multilaterală.

De asemenea, s-a avut în vedere că plasarea activităților, pas cu pas, potrivit relațiilor directe și relațiilor reciproce, în pozițiile dorite de înșiși factorii interesați și în perspectiva obligațiilor ce le revin în cadrul proiectului, conferă rețelei caracterul de realizare colectivă și acceptată ca atare de toți cei responsabili cu realizarea lucrărilor.

Efectuarea calculelor simultan cu plasarea activităților în nodurile rețelei, — sau imediat ce s-a ajuns la forma unanim acceptată — reduce substanțial timpul de elaborare, datorită în mare măsură evidențierii și înlăturării eventualelor erori, ceea ce asigură metodei atît rapiditate, cît și siguranță.

În continuare, prezentăm succint practica de lucru actuală și practica ce se preconizează pentru metoda rapidă. Pentru o înțelegere mai lesnicioasă a esenței și limitelor în care se prezintă deosebirile metodei rapide, vom efectua sublinieri pe parcursul expunerii.

5. PRACTICA ACTUALĂ A ELABORĂRII GRAFICULUI-REȚEA

Elaboratorul graficului, aparținînd unității sau forului tutelar, de cele mai multe ori făcînd parte din colectivul de analiză operațională sau dispunînd de cunoștințe de acest fel, întocmește, pe baza proiectului studiat sau a situației existente de fapt, liste de activități, durate, condiționări etc.

Pe lîngă consultările cu factorii interesați (consultări succesive, în grupuri sau cu totalitatea factorilor), elaboratorul are rolul principal datorită competenței (atît în proiectul ce se planifică, cît și în tehnica de elaborare a graficelor-rețea) să fixeze :

— gradul de detaliere ;
— sectorizarea ;
— condiționările.

Apoi, lucrînd independent, el este constrîns să efectueze modificări în măsura în care redactarea scoate la iveală considerente noi de detaliere, suprapuneri de activități, împărțiri sau grupări de responsabilități, condiționări, interferențe și, desigur mai important, în cazul apariției unor piedici în calea realizării tehnologiei de execuție ce s-a preconizat, sau în ceea ce privește încadrarea în termenele obligate.

La redactare, elaboratorul schițează mai întîi o sectorizare grosieră și apoi trece la redactarea propriu-zisă, în care ordonează pe sectoare, subsectoare, niveluri de execuție și niveluri de organizare, condiționînd în permanență, după figurarea fiecărei activități, prin punerea întrebării : Ce activități pot fi începute după terminarea acesteia ? Apoi, eliminînd arcele supraabundente și ținînd să înlăture încărcările și neclaritățile, redesenează graficul-rețea care, de fapt, constituie un grafic primar. Servindu-se de duratele activităților și de algoritmul metodei, pe un tabel (sau direct pe grafic), în continuare, obține : durate parțiale și totale, rezerve de timp și drumul critic.

Prezentat pentru a fi însușit fie succesiv, fie unui grup sau totalității factorilor interesați, aceștia capătă în prezența graficului-rețea perspectiva clară a obligațiilor ce le revin în cadrul proiectului și, în consecință, apar preferințe noi, se descoperă inadvertențe și omisiuni care, de regulă, își au cauza în munca individuală. Unele aspecte de detaliu sau puțin semnificative pentru elaborator capătă, acum, contururi și importanțe reale, fiind prezentate și argumentate de factori care răspund de realizarea efectivă a proiectului. Alte aspecte au justificări depline datorită imposibilității de cuprindere totală, de către elaborator, a unor obiective complexe sau multitudinii de specialități ce apare într-o lucrare destinată coordonării. Nu lipsesc în această situație discuțiile în contradictoriu, consultațiile, referirile la lucrările similare sau la literatura de specialitate, modificări ale condiționărilor, ale disponibilităților de timp, ale duratelor parțiale sau totale, ale activităților devenite în mod neașteptat critice sau subcritice etc., ceea ce produce întîrziere, deși în multe cazuri fac ca graficul-rețea inițial să fie îmbunătățit. În final, în forma acceptată de factorii ce concură la realizarea proiectului, graficul-rețea redesenat și multiplicat, se prezintă conducerii spre aprobare.

Conducerea poate avea sau nu obiecțiuni care să impună modificări, însă în mod cert este în imposibilitate de a alege între mai multe variante. O dată cu aprobarea graficului-rețea acesta devine document de planificare și urmărire, implicînd actualizări periodice pe parcurs, pînă în stadiul final al proiectului.

6. PRACTICA PRECONIZATĂ PENTRU METODA RAPIDĂ DE ELABORAREA GRAFICELOR-REȚEA

Factorii interesați, conducători (sau delegați ai acestora) din unitățile sau subunitățile care participă la realizarea proiectului, după studierea și însușirea documentației și a procesului tehnologic, *se întrunesc* pentru elaborarea graficului-rețea.

Participanții *au asupra lor* liste de activități specifice părții de proiect ce urmează a realiza, durate prescrise (sau în lipsă, durate pe bază de experiență, proiecte similare etc.), termene impuse, condiționări izvorîte din tehnologia de lucru, activități considerate cheie etc.

Se indică participarea, în măsura gradului de complexitate și noutate a proiectului, a unui factor de răspundere din organizația tutelară, precum și a proiectantului lucrării de bază. De asemenea, este indicat ca, o perioadă de timp — suficientă pentru asimilarea metodei — să participe un specialist în tehnica de elaborare a graficelor-rețea, pe care îl numim în continuare „programator".

Fiecare participant își transcrie, sau i se transcrie de către personalul auxiliar, activitățile și duratele *pe cîte un element volant* (plăcuță) pentru fiecare activitate (marcat distinctiv pe responsabili, prin culoare și figură geometrică).

Pe rînd, prin intermediul programatorului, se poziționează elementele volante (plăcuțe) pe panou, *în poziția și condiționarea (prin trasarea de arce pe panou) dorită de participantul respectiv, dar și cu asentimentul celorlalți participanți de care este condiționat.*

Pas cu pas, la poziționarea fiecărui element volant reprezentînd o activitate programatorul acordă un număr de ordine activității și parcurge diferite lanțuri care alcătuiesc rețeaua și (singur, sau ajutat de personalul auxiliar — deservit de o mașină de calculat manuală sau electrică) *adună durata fiecărei activități la cea precedentă* care o condiționează, obținînd astfel, duratele totale ale tuturor șirurilor de activități, deci, pînă la termenul final exprimat

de șirul cu durata cea mai mare (programul minorat). Apoi, reia calculul în sens invers, obținînd atît termenele de începere și terminare cele mai tîrzii (programul majorant), cît și rezervele de timp și drumul critic (care se evidențiază prin îngroșarea sau dublarea arcelor). Dacă rezultatul obținut prin calculul drumului critic nu este cel scontat (s-a depășit termenul final planificat anterior) și pot fi luate în considerație elemente noi în privința duratelor activităților sau a condiționărilor, atunci *se fac modificările ce se impun chiar pe graficul existent și se recalculează drumul critic obținîndu-se o variantă sau mai multe.* În același mod se procedează și atunci cînd dintr-un început s-au precizat mai multe posibilități și, evident, se începe cu varianta cea mai generală. După fiecare variantă, purtînd semnăturile respective (titlul lucrării, data și legenda semnelor distinctive), *graficul-rețea se fotografiază (se execută copii în numărul dorit)* și se prezintă conducerii spre aprobare, după care graficul devine document de planificare, urmărire și actualizări pînă la finele proiectului.

Se reliefează din cele de mai sus următoarele :

— obligația de a se studia documentația proiectului, procesul tehnologic și organizarea execuției ;

— acuratețea muncii de elaborare, concomitent cu apariția contururilor imaginii model a proiectului ;

— posibilitatea de a se intui alte înlănțuiri posibile, pentru activități și de a compara soluțiile între ele ;

— posibilitatea de punere de acord, în fața realității și prin intervenția factorului de răspundere din organizația tutelară și a proiectantului, mai ales în ceea ce privește redistribuirea rezervelor de timp ;

— reliefarea, aproape instantanee, a eventualelor erori în logica graficului ;

— posibilitatea de evidențiere și îndreptare a erorilor ca și de ajustare, pe parcurs, a duratelor (sau modificarea activităților) care duc la abateri față de termenele planificate, ceea ce reprezintă, în fapt, un cîștig de timp ;

— calculul simultan cu redactarea, de asemenea reprezintă un cîștig de timp ;

— cîștigul de timp permite, comod și în prezența unui instrument cu suficiente posibilități de analiză, aprofundarea mai multor variante, care oferă conducerii posibilitatea să-și fundamenteze opțiunea pentru soluția respectivă ;

— la actualizări, după copia din arhivă, se reface cu ușurință graficul pe panou ;

— metoda nu modifică în nici un fel posibilitățile de transpunere a datelor pe formulare necesare lucrului la calculator pentru optimizarea costului, nivelarea resurselor etc., precum și pentru realizarea graficelor calendaristice și de eșalonare a valorilor ; (există la calculatoare I.C.T. 1905 și un program P.E.R.T. cu activități pe nod).

Implicațiile ce se prevăd, la folosirea metodei rapide pe un sector mai mare, de exemplu pe sectorul M.C.Ind., sînt :

a) Obligativitatea metodei (după o etapă de experimentare), impusă de necesitatea unor convocări cu consum important de timp (pregătire de date, deplasare de persoane și elaborare) prin participarea unor factori de răspundere din unități, subunități distincte ale sectorului și uneori chiar terți ; nepunerea de acord ca și prezența facultativă la convocare împiedică total elaborarea graficului-rețea ; de aici rezultă necesitatea elaborării, pe parcurs, a unui regulament privind sarcini de convocare, pregătire de date, termene de elaborare etc.

b) Necesitatea elaborării, în baza rezultatelor experimentării, a unei metodologii de lucru pentru aplicarea metodei rapide, care să parvină factorilor interesați înainte de primele convocări ; metodologia trebuie să cuprindă : descrierea metodei, conținutul listelor de activități, baza de stabilire a duratelor (norme de deviz, norme de timp etc.), gradul de detaliere a graficelor-rețea, tipuri de relații între activități, împărțirea și comasarea lor, tipuri de condiționări, reguli de numerotare, tipuri de noduri (și moduri de reprezentare grafică), convenienţe de reprezentare grafică, criterii de responsabilitate și sectorizare, modul de calcul și unități de măsurare a timpului, modul de stabilire a drumului critic și a rezervelor de timp, precum și modalități de acționare la modificarea lor, modul de urmărire și actualizare etc.

c) Studierea în timpul experimentării (și ulterior experimentării) a problemelor de tipizare, alcătuire și asamblare de subgrafuri, precum și comasarea de activități specifice, liniare, în vederea limitării încărcării panourilor — respectiv graficelor-rețea — ceea ce lărgește posibilitățile de cuprindere a proiectelor mai ample. De altfel, această acțiune este mult ușurată de tendința generală spre tipizare în acest domeniu.

d) Tipizarea mijloacelor auxiliare ce intervin în această metodă (panou, elemente volante, coduri responsabili, fotocopii etc.).

e) Crearea unei baze statistice asupra economiilor de timp realizate, cu reflectarea în prețul de cost al proiectului, ceea ce poate duce la instituirea unui sistem de bonificații (cointeresări materiale) acordate de beneficiari către constructorii lucrărilor.

7. CADRUL NECESAR PENTRU EFECTUAREA EXPERIMENTĂRII ȘI APLICĂRII

Într-o încăpere cu specific de sală de ședințe, de cca 4 m × 6 m, cu mese de lucru, scaune, biblioteca de grafice-rețea și literatură de specialitate (la îndemînă : norme de deviz, normative, STAS-uri etc.), rafturi sau sertare, cu elemente volante grupate pe genuri de activitate, iluminare corespunzătoare pentru lucru

şi iluminare suplimentară pentru fotografiere etc., se montează, pe unul din pereţii de 4 m, un ansamblu de 3 panouri din P.A.L. (100 × 150 × 2 cm) dublat cu tablă de fier 0,5 mm grosime. Panoul este vopsit într-o culoare deschisă, mată (pentru a nu reflecta lumina la fotografiere), rezistentă la solvenţi organici (necesari la îndepărtarea radicală a scrierii cu culori). La îndemînă vor exista elementele volante mai sus amintite, constînd din plăcuţe din material plastic cu dimensiunile 7 × 10 × 0,2 cm, de culoare contrastantă cu cea a panoului. Plăcuţele conţin semne distinctive (culoare şi formă geometrică) şi liniatură adecvată. Pe liniatură se înscriu : număr de ordine, cod responsabil, denumirea activităţii, durata şi, ulterior, rezerva de timp. Vopsirea plăcuţelor (fond, semn distinctiv, liniatură) se face cu aceleaşi precauţiuni ca şi pentru panou. Toate plăcuţele au fixaţi cîte 2 magneţi pe partea posterioară, pentru a permite fixarea la panou. Mai sînt necesare : mijloace de fotografiere şi fotocopiere, precum şi o maşină de calcul cu 3—5 coloane.

O elaborare optimă, foarte apropiată de condiţiile reale, se poate realiza succesiv pe un ansamblu de 2 panouri, şi cca 500 plăcuţe, repartizate pe genuri de activităţi, după cum urmează :

30	bucăţi	(6%)	beneficiar ;
50	,,	(10%)	proiectant ;
185	,,	(37%)	constructor ;
90	,,	(18%)	instalator ;
90	,,	(18%)	montor ;
40	,,	(8%)	lucrări speciale ;
10	,,	(2%)	terţi ;
5	,,	(1%)	diverse ;
500	,,	100%	

Menţionăm şi alte sugestii primite, în legătură cu anexele necesare metodei pentru a o perfecţiona :

— plăcuţele să aibă suport ventuză, iar panoul să fie din sticlă, tot în scopul manipulării comode ;

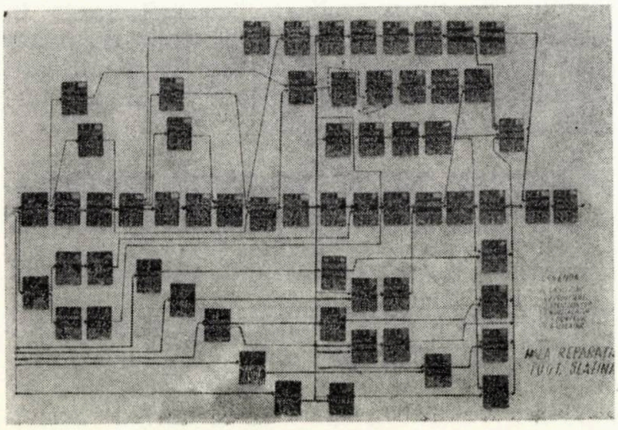


Fig. 1

— plăcuţele din carton, liniate tipografic, folosite o singură dată ;

— panou pliant, cu balamale, uşor de manipulat ;

— panouri mici pentru subgrafuri fotografiate independent (fotocopiile să constituie anexe la lucrare, în timp ce în graficul-reţea al proiectului să figureze numai indicativul subgraficului).

În cadrul I.P.C. au fost efectuate două experimentări ale metodei rapide cu simularea responsabilităţilor de către salariaţii atelierului A_2, realizîndu-se graficele-reţea pe care le reprezentăm în fotografiile anexate, şi anume :

Fotografia nr. 1 : Grafic-reţea conţinînd pînă la 100 de activităţi, deci cu un grad redus de detaliere a activităţilor, fiind tratat cazul de programare a execuţiei unei hale de reparaţii utilaje.

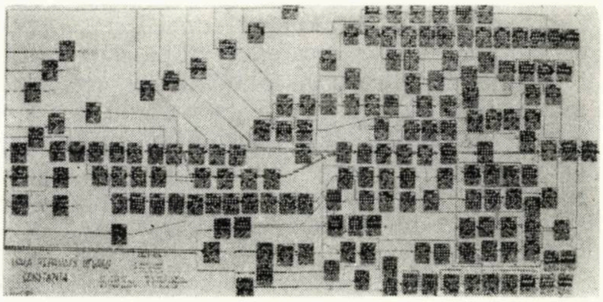


Fig. 2

Fotografia nr. 2. Grafic-reţea conţinînd pînă la 200 de activităţi, deci cu un grad sporit de detaliere a activităţilor în care se tratează programarea execuţiei pentru o hală industrială parţial etajată.

După aceste experimentări cu simularea rolurilor responsabililor s-au creat condiţii de experimentare şi aplicare a metodei preconizate la cazuri concrete.

Elaborările sumare experimentale s-au efectuat simulînd cu ajutorul personalului din atelier participarea responsabililor din proiect, după o metodologie de lucru provizorie, asupra a două proiecte mai vechi, P 322. Hala de reparaţii Slatina I.U.G.T. şi P 9004. Hala de reparaţii utilaje grele Constanţa.

Volumul de muncă necesitat a fost după cum urmează :

— Proiect 322 (62 activităţi, 6 responsabili)

a) studiul documentaţiei de către responsabili, inclusiv întocmirea listei de activităţi, durate, condiţionări

— responsabil	construcţii	6 ore
— ,,	instalaţii	2 ore
— ,,	montaje	2 ore
— ,,	izolaţii	1 oră
— ,,	proiectant	2 ore
— ,,	beneficiar	2 ore
	Total :	15 ore

b) Studiul documentației de către programator, inclusiv schița sumară orientativă a viitorului grafic-rețea : 6 ore.

c) Elaborarea propriu-zisă (dispunerea activităților, înlănțuirea lor, discuții cu privire la relațiile de condiționare reciprocă)

Responsabili :	6 × 2 ore = 12 ore
Programator :	1 × 2 ore = 2 ore
Operator panou :	1 × 2 ore = 2 ore
Total :	16 ore

d) realizarea documentului prin fotografierea panoului :

Fotograf . . . . . 1 × 2 ore = 2 ore

Total general 39 ore

— Proiect 9004 (172 activități, 9 responsabili)

a) Studiul documentației de către responsabili total	53 ore
b) Idem, programator	12 ore
c) Elaborarea propriu-zisă	43 ore
d) Fotograf	4 ore
Total general :	112 ore

Recapitulînd rezultatele celor două elaborări sumare, simulate, obținem :

$$P\ 322 \quad \frac{39 \text{ ore}}{62 \text{ act.}} — 0{,}6 \text{ ore/act.}$$

$$P\ 9004 \quad \frac{112 \text{ ore}}{172 \text{ act.}} — 0{,}6 \text{ „}$$

Comparînd rezultatele de mai sus cu cele obținute în medie, în atelierul nostru, de cca 3 ore/act. (cca 30 grafice-rețea în perioada 1967—1970), constatăm o reducere de 5 ori a volumului de muncă.

O estimare riguroasă a reducerii volumului de muncă impune alte 2—3 elaborări în condiții concrete (proiecte actuale, responsabili nominalizați) pentru proiecte de 100—200—300 activități. Se așteaptă, în asemenea condiții, o reducere numai de 2—3 ori a volumului de muncă, deoarece personalul atelierului (în cazul proiectului P 9004, asistați de responsabilii colectivelor de specialitate din sectorul IV) au formulat datele de bază și condiționările cu ușurință avînd o oarecare practică în acest domeniu. Oricum, ședința de lucru, simultaneitatea participării etc. mai trebuie verificate, eventual corectate (pe proiecte ca un număr crescînd de activități) mai înainte de a se trece la extinderea pe scară largă în ramura construcțiilor industriale a acestei metode rapide.

8. UNELE PROBLEME TEORETICE REZOLVATE ÎN CADRUL METODEI

Se observă că, din punct de vedere teoretic, este folosit un tip de reprezentare în rețea care

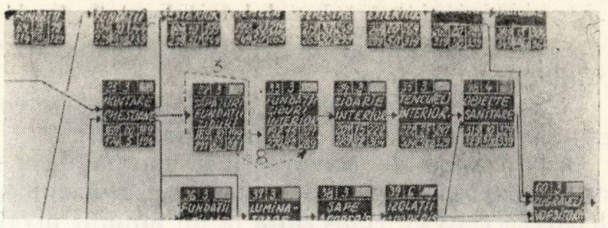


Fig. 3

are pentru arce valoarea 0 (zero), dar în care se evită totuși fracționarea (și deci înmulțirea) activităților pentru exprimarea mai corectă a condiționărilor dintre activitățile care se suprapun parțial în timp.

Această problemă a suprapunerilor parțiale a fost rezolvată în cadrul altor metode prin introducerea așa-numitor „scări tehnologice" sau a „potențialelor".

În metoda pe care o prezentăm, această problemă a căpătat o soluție adecvată, prin evidențierea pe arce special trasate, a avansurilor și întîrzierilor dintre activitățile care se pot executa în paralel pe o parte din durata lor.

Pentru ilustrarea soluției date în metoda rapidă, reluăm un sector din graful prezentat în fotografia nr. 1 *(vezi fotografia nr. 3)* și observăm că activitățile 32 și 35, spre exemplu, parțial suprapuse, sînt legate prin arce punctate pe care s-au înscris avansul și respectiv întîrzierea uneia față de cealaltă ; aceste decalaje se iau în calcul, atît în programul minorant, cît și în cel majorant.

Pe această cale va rezulta că aceste noi restricții introduse fac ca să se înmulțească numărul activităților critice. Este evident că, dacă atît avansul, cît și întîrzierea constituie restricții obligatorii, duratele activităților nu mai pot fi independente.

O altă îmbunătățire constă în evidențierea pe tăblițe, în urma calculelor, atît a rezervelor totale, cît și a rezervelor libere, elemente necesare pentru urmărirea judicioasă a executării activităților. Calculele acestor rezerve se efectuează după metodele cunoscute.

9. POSIBILITĂȚI DE LĂRGIRE A APLICABILITĂȚII LA ALTE DOMENII ALE ANALIZEI OPERAȚIONALE

a) Analiza structurilor organizatorice și a rețelelor informaționale

Reprezentarea grafică schematică a structurii unui organism economic se realizează în mod obișnuit printr-o rețea.

Celulele (componentele organismului) sînt figurate în nodurile rețelei, iar legăturile de dependență și de circulație a informațiilor se reprezintă prin arce.

Analiza structurii se face în scopuri diferite ca :

— modul de legături între celule, ceea ce reliefează ordinul (gradul) de dependență între celule (organigrama) ;

— modul de circulație a informației între celule (diagrama fluxului informațional).

Organizațiile de construcții și montaje constituie exemple tipice de organisme economice, deoarece ceea ce reprezintă la un anumit nivel o celulă devine, la un nivel inferior, un organism în compunerea căruia intră un număr de celule (minister, direcții generale, trusturi, întreprinderi, grupuri de șantiere, șantiere, loturi).

Datorită în special caracteristicii de producție „produs stabil și mijloace de producție mobile" specifică activității de construcții-montaj, organismele respective suferă periodic modificări, transformări, dispersări și comasări și de fiecare dată, atît organismele, cît și diagramele fluxului informațional trebuie refăcute. Periodic apar și organisme noi a căror structură trebuie definită.

Refacerea, ca și definirea, comportă o muncă de desenare și redesenare a uneia sau a mai multor alternative, pînă ce se poate oferi conducerii posibilitatea să-și fundamenteze decizia în problema respectivă de organizare. Și aici ca și în cazul graficelor-rețea, înscrierea celulelor, pe elemente volante, permite o comodă figurare în diferite poziții față de legături (arce) și, invers, modificarea relațiilor de dependență față de nodurile rețelei (celule) și chiar a ambelor elemente (noduri și arce).

De asemenea, participarea factorilor interesați, fotografierea etc., se efectuează similar cu graficul-rețea.

Se întrevede și acestei aplicații o realizare cu importante economii de timp.

b) **Diverse aplicații**

Alte aplicații derivă, de fapt, din primele și afectează deci tot probleme de ordonanțare și de conducere. În ordinea de mai sus, grupăm aplicațiile ce se întrevăd :

— grafice-rețea la scara timpului (capabile să înlăture necesitatea graficului calendaristic anexă la graficul-rețea) ;

— analiza amplasărilor (de utilaje, obiective industriale etc.), analiza lansării comenzilor, transporturilor etc.

10. CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE

Față de incontestabilele avantaje dovedite, pe plan mondial și intern, de practica folosirii graficelor-rețea, considerăm că extinderea aplicării lor va permite în continuare realizarea unor performanțe economice superioare. Învingerea inerției ce mai persistă, precum și grăbirea procesului de asimilare, sînt realizabile prin metoda rapidă. Operativitatea crescîndă, datorită în special reducerii timpului de elaborare, și posibilitatea certă de obținere a mai multor variante, impune metoda rapidă propusă prin comparație cu metoda actuală.

Efectele economice ce se așteaptă sînt greu de estimat în faza prezentă ; în cazul experimentării, indicii de economicitate se pot obține concurînd cu alte unități la elaborarea graficelor-rețea pentru un obiectiv similar.

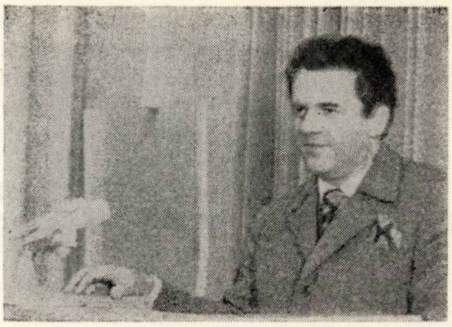
În esență, plecînd de la concepția că, totuși, o planificare corectă nu este decisivă în garantarea unei bune execuții, ajungem la concluzia că ideal este a oferi celor din execuție cuvîntul hotărîtor la ordonarea acțiunilor ce întreprind, iar graficul-rețea să reflecte concepția și experiența lor ; elaborarea colectivă nu poate decît să unifice interesele acestora și să întărească spiritul de răspundere și de angajare profesională la conducerea operativă a lucrărilor.

Metoda propusă pentru experimentare implică, după cum s-a văzut mai înainte, o serie de măsuri organizatorice ; de asemenea necesită o experimentare amănunțită și progresivă care să aibă în permanență în vedere că scopul final este de a determina factorii interesați să aplice în mod independent metoda.

La experimentare se impun următoarele :

— existența unui programator cu experiență în tehnica de elaborare a graficelor-rețea, competent în problemele de analiză operațională și care, pe cît posibil, să cunoască procesele specifice ale activității de construcții-montaj, căci în studiul de prezentare a metodei, lipsa unui raționament riguros, incapacitatea de a trata matematic unele aspecte ale problemelor, lipsa de tact și răbdare pot dăuna, conducînd chiar la eșec ;

— funcționarea cu promtitudine a mijloacelor anexă : (de exemplu, obținerea fotocopiilor să nu dureze mai mult de 1—$1^1/_2$ oră).



Ing. **ANATOLIE CAZACLIU**
Inginer şef. I.P.C.

PROBLEME DE PERSPECTIVĂ ÎN TIPIZAREA CONSTRUCŢIILOR INDUSTRIALE

Pe linia tipizării construcţiilor industriale s-au obţinut, pînă în prezent, rezultate remarcabile. Atît concepţia, cît şi realizarea elementelor de structură pentru halele industriale parter — de exemplu — sînt la nivelul actual al tehnicii mondiale. Şi se mai pot da exemple. Dar, dacă examinăm raportul dintre ceea ce se realizează astăzi pe şantiere, pe baza unor proiecte tip de construcţii, sau pe baza unor metode tipizate de execuţie, şi totalitatea lucrărilor de construcţii propriu-zise, constatăm imediat că mai sînt încă multe de făcut. Şi dacă ne vom referi la instalaţii sau la operaţiunile de montaj, va rezulta că este neacoperit un domeniu mult mai mare.

Se pun deci imediat întrebările : „ce mai trebuie făcut ?", „cît mai trebuie făcut ?", la care trebuie să răspundem. Şi dacă nu ştim să răspundem imediat, dacă nu ştim astăzi cum vom realiza construcţiile peste 3 sau 8 ani, de exemplu (dacă am şti le-am şi realiza desigur de pe acum !), trebuie însă să ne punem foarte serios problema : „ce trebuie făcut pentru a da aceste răspunsuri ?"

O activitate organizată de gîndire pentru viitor, de dezvoltare, se impune deci şi în tipizarea construcţiilor industriale.

Este evident că această activitate trebuie să existe, deoarece progresul nu poate veni de la sine. Pentru a-l realiza trebuie muncă, cercetare, studiu, gîndire, — şi pentru ca toate acestea să fie cît mai judicios consumate, să fie cît mai eficiente, este necesar să fie realizate organizat, să fie programate, planificate, să aibă în ansamblul lor o concepţie.

Desigur că şi altfel se vor putea realiza progrese. Omenirea nu stă în loc niciodată şi în nici un domeniu, — deci nu va sta nici în cel al construcţiilor. Dar pentru a atinge ritmul şi eficienţa care se aşteaptă de la noi, pentru a înscrie acţiunea de gîndire şi de realizare a construcţiilor în contextul impetuoasei dezvoltări specifice acestei jumătăţi a secolului XX pentru toate ramurile industriale, organizarea activităţii de dezvoltare şi precizarea unei concepţii este absolut necesară.

Această organizare nu înseamnă însă limitarea acestei activităţi la unul sau mai multe colective restrînse de specialişti. Gîndirea nu poate şi nu trebuie să fie monopolizată. Colaborarea tuturor celor care pot şi vor să contribuie la dezvoltarea tipizării, trebuie captată şi fructificată. Şi I.P.C. merge în mod ferm pe această cale, oferind colaborarea şi experienţa sa, atît cea strict profesională, cît şi cea de organizare şi realizare a acestei activităţi (destul de aride) de elaborare de proiecte tip.

De altfel, în prezent, o activitate de dezvoltare, de gîndire în viitor, există în cadrul institutului nostru. Ea se desfăşoară pe diferite obiecte, probleme, tipuri de construcţii, precum şi pe diferite etape de perspectivă. Dat fiind însă vastul domeniu al acestei acţiuni, în cele ce urmează nu se va putea expune întregul program, clasificat şi detaliat al activităţii pentru viitor, ci se va căuta să se prezinte în mod succint concepţia colectivului nostru în această problemă.

* * *

De la început trebuie subliniat că în procesul de tipizare a construcţiilor industriale sînt cuprinse de fapt două activităţi distincte, şi anume :

— o activitate de elaborare propriu-zisă a proiectelor tip, avînd o finalizare imediată, care se poate spune că „se vede", şi

— o activitate de studiu şi cercetare, necesară fundamentării elaborării proiectelor tip, o activitate care, în aparenţă, „nu se vede".

Această activitate primară *sine qua non* de studiu şi cercetare pentru dezvoltare şi-a con-

firmat necesitatea. În cei 15 ani de tipizare organizată în țara noastră, viața ne-a arătat că soluțiile și rezolvările unanim acceptate la un moment dat, după o perioadă de timp (variind în speță între 3 și 5 ani) au trebuit să fie înlocuite. Mintea omenească, în permanentă căutare, a găsit mereu alte rezolvări, mai interesante, mai adecvate, mai eficiente. Și este firesc să fie așa, „noul“ nefiind specific tipizării, ci apărînd în toate activitățile de producție.

În cadrul colectivului institutului nostru, activitatea de studiu și cercetare are în vedere următoarele aspecte principale :

— domeniile sau grupările de preocupări pentru dezvoltarea tipizării ;
— formele de tipizare și
— elementele care condiționează progresul.

* * *

1. — DOMENIILE SAU GRUPĂRILE DE PREOCUPĂRI PENTRU DEZVOLTAREA TIPIZĂRII CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

1.1. — **Perfecționarea actualelor sisteme și metode folosite** se realizează prin revizuirea periodică a proiectelor tip în vigoare, urmărind îmbunătățirea continuă a elementelor și soluțiilor existente, reducerea numărului de tipuri de elemente cu funcțiuni similare, sporirea capacității elementelor, micșorarea consumurilor specifice (în special la oțel sau la manoperă) etc. Legea generală a acumulărilor cantitative necesare salturilor calitative se aplică evident și aici, iar calitatea este de departe cea mai importantă caracteristică pe care trebuie să o aibă proiectele tip.

Trebuie subliniat că perfecționările ce se urmăresc și se realizează în cadrul acestei acțiuni se referă nu numai la elementele sau sistemele de elemente tipizate, ci și la metodele de execuție prevăzute a fi folosite, ca exemplificări putîndu-se cita tiparele de formare a elementelor prefabricate, dispozitivele de manipulare și transport ale acestora, anumite metode de execuție ș. a.

1.2. — Completarea cu noi elemente, detalii și subansambluri a diferitelor proiecte tip existente

Această completare se face în două situații :

a) pe măsură ce apar noi posibilități de tipizare a altor părți de construcție pe lîngă cele care sînt deja tipizate.

În această situație se pot cita ca exemplu secțiunile tip de hale industriale parter, la care în prezent există proiecte tip pentru cea mai mare parte a elementelor de suprastructură (stîlpi, grinzi principale sau secundare, panouri de acoperiș sau de pereți, grinzi de poduri rulante etc), dar pentru care se mai pot tipiza, pe măsură ce se creează condiții corespunzătoare, și alte elemente (pardoseli, fundații, canale, rampe și copertine, elemente parasolare, agregate și instalații interioare aferente construcțiilor etc.).

b) pe măsură ce se precizează anumite necesități funcționale specifice anumitor ramuri industriale.

Ideea realizării unor secțiuni de hale specifice anumitor ramuri industriale este în prezent unul din elementele de progres în gîndirea de tipizare, prin aceasta făcîndu-se un pas înainte față de concepția halelor universale, acreditată cu cîțiva ani în urmă. În legătură cu realizarea unor astfel de proiecte tip specifice, trebuie menționată vasta acțiune inițiată de sectoarele de directivare ale M. C. Ind., la care participă 12 din cele mai importante institute de proiectări de investiții industriale și care colaborează cu institutul nostru la elaborarea studiilor respective.

1.3. — Extinderea domeniilor de aplicabilitate a proiectelor tip și determinarea unor noi domenii de tipizare.

Și această activitate prezintă diferite aspecte :

a) Extinderea domeniilor de aplicabilitate a unor tipuri de construcții, care prezintă avantaje din diferite puncte de vedere. În acest sens, în prezent se studiază posibilitățile de a se utiliza la rezolvarea anumitor procese tehnologice halele etajate, interesante prin posibilitățile de economisire a terenului, precum și prin scurtarea substanțială a racordurilor și legăturilor inginerești și a transporturilor interioare. Aceleași hale etajate, prin natura și prin forma lor, în cazul amplasării în centre urbane (lucru necesar uneori pentru scurtarea distanțelor de transport al muncitorilor), pot împrumuta orașelor o anumită plastică, iar în unele cazuri chiar și o anumită personalitate. De altfel, în general, încadrarea construcțiilor industriale în ansamblurile urbane sau chiar în natură trebuie să constituie o preocupare de perspectivă. Se studiază, de asemenea, și extinderea aplicării halelor oarbe sau blindate, care pe lîngă simplificările constructive pe care le permit, pot crea în interior o constanță a iluminării, temperaturii și umidității, factori ce duc la sporirea confortului uman, cît și la condiții optime de funcționare a utilajelor sau de realizare a produselor.

b) Determinarea unor noi domenii de tipizare, care să permită, pe de o parte, realizarea unor noi proiecte tip de clădiri și de construcții industriale sau inginerești, ca și a instalațiilor aferente, iar, pe de altă parte, a unor noi metode de tipizare și de realizare.

Pentru această ultimă grupare de preocupări este necesară cea mai mare atenție și cea mai mare pondere de muncă și gîndire. Pentru a putea extinde tipizarea, pentru a putea introduce cît mai mult progresul în soluțiile noastre, sînt necesare :

— o informare și o documentare extrem de operativă, cuprinzătoare și la zi, asupra tuturor realizărilor din întreaga lume ;

— o cunoaștere a tuturor materialelor noi, apărute sau în perspectivă de a apare, și procurarea, examinarea, testarea și experimentarea lor ;

— o legătură permanentă și bună cu investorii, pentru o cunoaștere aprofundată a necesităților funcționale viitoare.

2. — DIFERITE FORME DE TIPIZARE

Tipizarea nefiind un scop în sine, ci un principal instrument de creștere a productivității muncii de proiectare și de sporire a gradului de industrializare a execuției, — și trebuind să răspundă celor mai diverse tipuri de lucrări ce se întîlnesc în procesele de concepere și de realizare a construcțiilor, trebuie să aibă o diversitate de forme, care să-i permită o adaptare cît mai adecvată situațiilor întîlnite. Este evident că nu se poate concepe aceeași formă de tipizare pentru o clădire de producție, pentru un castel de apă, pentru un stîlp LEA sau pentru o baracă de șantier.

În activitatea de perspectivă a tipizării trebuie să se țină seamă de aceste forme diferite, pe care experiența actuală le-a diferențiat în funcție de diferitele obiecte sau elemente ce constituie obiectul tipizării, și anume :

- proiecte tip de elemente ;
- cataloage de detalii tip ;
- cataloage de subansambluri ;
- secțiuni, tronsoane sau celule tip, care prin asamblări diferite să ducă la realizarea unor construcții diferite ;
- proiecte de obiecte independente, utilizate în special la unele construcții inginerești ;
- proiecte tip de linii tehnologice complexe ;
- scheme tip pentru organizări de șantier (inclusiv cataloage pentru obiecte privind organizarea de șantier) ;
- proiecte tip de dispozitive de execuție (de manipulare, de transport și montaj, de protecție a muncii etc.).

Enumerarea diferitelor forme de tipizare este nelimitativă, ea trebuind să fie completată, pe măsura necesităților, cu noi forme, ca de exemplu :

- tipizarea metodelor de execuție ;
- tipizarea cofrajelor sau tiparelor cu folosință multiplă ;
- tipizarea carcaselor de armătură ;
- tipizarea agregatelor și instalațiilor aferente construcțiilor ;
- tipizarea suporturilor, prinderilor, legăturilor dintre instalații și construcție ș.a.m.d.

3. — ELEMENTE CARE CONDIȚIONEAZĂ PROGRESUL

Progresul în tipizarea construcțiilor industriale este de fapt însuși progresul în întreaga și complexa activitate de construcții și este legat, în principal, de următorii factori :

a) introducerea unor materiale noi, perfecționate, eficiente economic ;

b) utilizarea calculatoarelor electronice în proiectarea construcțiilor ca și în programarea și conducerea lucrărilor de execuție;

c) organizarea și dotarea corespunzătoare a unităților de execuție și a celor de proiectare.

a) În ceea ce privește utilizarea unor materiale noi, perfecționate, aceasta este hotărîtoare pentru progresul tipizării în construcții. Oricît am căuta să îmbunătățim, să perfecționăm soluțiile ce utilizează aceleași materiale tradiționale, nu vom putea depăși un anumit stadiu, un anumit nivel. O dată însă cu apariția materialelor noi, salturile calitative pot să apară și ele. Exemple din trecutul apropiat sînt elocvente în această privință : apariția termoizolațiilor ușoare a dus la reducerea cu cca 100 km/m^2 a greutății proprii a acoperișurilor ; apariția luminatoarelor cupoletă din mase plastice a simplificat substanțial alcătuirea acoperișurilor halelor industriale etc.

În legătură cu apariția materialelor noi, tipizarea are însă o obligație și o datorie, și anume ca pe baza determinărilor și seriei funcționalităților necesare proceselor de producție să precizeze solicitările de materiale noi. Trebuie întocmite în consecință studii, care să poată fundamenta științific cererile de introducere de noi materiale, cu caracteristicile și calitățile adecvate, în sortimentele corespunzătoare și — pe cît posibil — și cantitățile necesare.

Ca exemple de materiale noi ce au intrat în atenția noastră menționăm : aluminiul, masele plastice îmbunătățite, elementele prefabricate cu grad ridicat de finisare, tabla îndoită de calități superioare etc.

b) În ceea ce privește utilizarea calculatoarelor electronice, acestea schimbă radical concepția de proiectare actuală. Într-adevăr față de nivelul actual al științei și tehnicii, față de cerințele ce se pun astăzi în fața inginerilor, vechile rezolvări tradiționale nu mai pot face în nici un mod față. Soluțiile de proiectare trebuie să fie rezultatul aplicării metodelor matematice moderne, rezolvate cu ajutorul calculatoarelor electronice. Și dacă în unele domenii de specialitate volumul de muncă — sau poate chiar și durata de proiectare — nu vor suferi modificări importante, complexitatea problemelor examinate, corectitudinea rezolvărilor și în special optimizarea soluțiilor de proiectare sau de execuție vor duce la rezolvări și realizări incomparabil superioare, substanțial mai eficiente și în special mult mai bine stă-

pînite de inginer, atît din punct de vedere al siguranței construcției, cît și din punct de vedere al economicității soluției.

c) În ceea ce privește organizarea și dotarea unităților de execuție, tipizarea are de asemenea un rol important. Oferindu-le acestora procese tipizate de execuție, le permite organizarea și specializarea în consecință. Oferindu-le tehnologii tipizate, dispozitive și utilaje tip, le permite și o dotare corespunzătoare, care va duce inerent la o îmbunătățire substanțială a calității lucrărilor și, implicit, la progres în construcții.

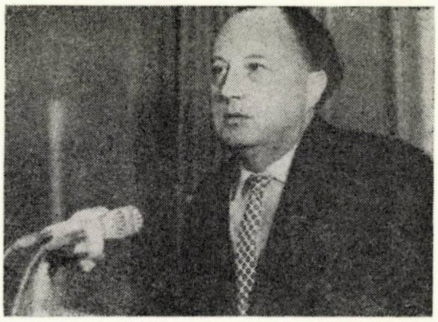
* * *

În cele de mai sus s-au enumerat unele aspecte și idei mai importante legate de activitatea de perspectivă din cadrul tipizării construcțiilor industriale. Nu putem încheia însă fără să subliniem că aceasta este condiționată de colaborarea cu cercetarea fundamentală și aplicativă din cadrul organizațiilor de cercetare specializate, progresul de tipizare fiind intim legat de rezultatele cercetării.

În același timp însă, activitatea de perspectivă a tipizării trebuie să contribuie și la precizarea căilor principale de dezvoltare a cercetării, indicînd necesitățile ce trebuie acoperite, materialele ce trebuie analizate, tehnologiile de execuție ce trebuie puse la punct ș.a.m.d.

De asemenea, pe lîngă activitatea de cercetare, progresul tipizării în perspectivă mai trebuie asigurat și prin progrese corespunzătoare, atît la bazele de producție și la fabricile de materiale, de produse sau de elemente prefabricate, cît și la întreprinderile de construcții-montaj. Colaborarea tipizării cu toți acești factori este imperios necesară. Și dacă se va analiza mai adînc se va constata că, de fapt, activitatea de tipizare nu este specifică unuia sau unor colective distincte, care colaborează cu cercetarea, cu execuția și cu producătorii, ci dimpotrivă toți acești factori, împreună cu organele de directivare și cu proiectanții, realizează procesul complex și cuprinzător al dezvoltării tipizării construcțiilor industriale.

Ing. **ACHILE PETRESCU**, ing. **RODICA GRIGORE**,
ing. **MIHAI IONESCU**, ing. **GHEORGHE GHEORGHIU**,
ing. **GHEORGHE GEORGESCU**.
I.P.C.



NECESITATEA DE TIPIZARE A INSTALAȚIILOR DE ÎNCĂLZIRE ȘI VENTILARE ALE HALELOR INDUSTRIALE

Specificul lucrărilor de instalații de încălzire și ventilare constă în faptul că un procent apreciabil din elementele componente, și anume majoritatea agregatelor sau aparatelor (cazane, schimbătoare de căldură, pompe, ventilatoare, corpuri de încălzire, armături etc.), sînt produse industriale de serie, realizate pe baza unor standarde sau a unor norme interne departamentale.

În afară de acestea, în ansamblul unei instalații de încălzire și ventilație sînt cuprinse numeroase elemente care se execută pe șantier sau în ateliere centralizate, pe baza unor desene de execuție elaborate în cadrul fiecărui proiect. Dintre aceste elemente de instalații, enumerăm :

— aparatele auxiliare și dispozitivele speciale, rezervoarele, distribuitoarele, gurile de refulare sau de absorbție, dispozitivele speciale pentru absorbție locală etc. ;

— elementele auxiliare ale rețelelor termice sau ale tubulaturii de ventilație, cum ar fi : piesele de îmbinare (coturi, curbe, ramificații, reducții) și elementele de susținere.

În vederea unificării documentației de execuție pentru toate elementele enumerate mai

sus, ca și pentru unele ansambluri funcționale, a rezultat că este necesară o acțiune de tipizare în instalații, avînd ca scop utilizarea efectelor generale ale tipizării (reducerea muncii din proiectare, obținerea unei calități îmbunătățite etc.).

De asemenea, tipizarea în instalații este instrumentul cel mai important pe baza căruia se poate realiza prefabricarea instalațiilor în ateliere centralizate. În acest fel, prin transferarea unei părți din manopera de pe șantier în ateliere, se reduce durata de execuție a lucrărilor pe șantier și se creează condiții industriale de lucru în atelierele centralizate, obținîndu-se o calitate îmbunătățită a produselor.

Categoriile principale ale tipizării în instalații se referă la :

- elemente de instalații (coturi, ramificații, compensatoare, guri de refulare, suporturi de susținere etc.), care au o frecvență mare de utilizare ;
- subansambluri de instalații (distribuitoare, rezervoare etc.) care se compun din mai multe elemente, avînd de asemenea o frecvență mare de utilizare ;
- ansambluri funcționale complexe de instalații (centrale termice, puncte termice, centrale de ventilație etc.) pentru diverse capacități și avînd diverse tipuri de echipament. Această categorie include și tipizarea părții de construcții sau încadrarea într-o construcție tipizată ;
- părți de instalații (canale de aer, guri de refulare, suporturi etc.) pentru încadrarea în elementele tipizate de construcții ;
- lucrări de organizare de șantier, care includ toate problemele de mai sus, însă cu un specific propriu : posibilitatea de montare și demontare repetată a elementelor tipizate, care să poată deveni echipament de inventar.

Acțiunea de tipizare a instalațiilor industriale se desfășoară la nivelul tuturor institutelor de proiectare și este coordonată de Ministerul Construcțiilor Industriale.

În momentul de față există cataloage cu caracter republican de subansambluri și detalii tip de instalații elaborate de ISART pe baza proiectelor întocmite de diverse institute de proiectări, însă prin specificul lor ele corespund mai ales instalațiilor în clădirile civile, adaptîndu-se mai puțin instalațiilor din clădirile industriale. Din acest punct de vedere subliniem că Ministerul Construcțiilor Industriale caută să rezolve această deficiență prin acțiunea de tipizare a ansamblurilor, subansamblurilor și detaliilor tip specifice instalațiilor industriale, coordonînd o acțiune care cuprinde, atît studii de principiu, cît și îmbunătățirea documentațiilor de tipizare existente.

În cadrul acțiunii, în cursul acestui an I.P.C. elaborează două studii de sinteză, perspectivă și coordonare a activității de tipizare a instalațiilor de încălzire, ventilație, tehnico-sanitare, electrice la nivel republican, și anume :

1. *„Studiul de sinteză privind tipizarea soluțiilor în perspectivă pentru construcțiile specifice diverselor ramuri industriale“*, incluzînd și problemele de instalații. În acest studiu se va urmări, atît tipizarea ansamblurilor complexe de instalații (centrale, puncte termice, centrale de ventilare, stații de hidrofor, stații de compresoare etc.), cît și încadrarea unor elemente tipizate de instalații în elemente tipizate de construcții (suporturi de susținere, grinzi canal pentru ventilație etc.).

2. *„Studiul privind tipizarea și prefabricarea instalațiilor în industrie“*, în care se va analiza stadiul actual al utilizării subansamblurilor și detaliilor tip de instalații, stabilindu-se cadrul în care să se îmbogățească documentația de tipizare, corelată cu problema prefabricării instalațiilor.

În urma elaborării în cadrul I.P.C. a *„Studiului comparativ asupra diverselor sisteme de încălzire și ventilare a halelor industriale“*, în care s-au analizat 25 de proiecte de execuție elaborate de mai multe institute de proiectare, s-a constatat că există o serie de proiecte refolosibile, atît pentru unele detalii, subansambluri de instalații, cît și pentru unele ansambluri funcționale complexe, care diferă însă de la un institut la altul. Prin unificarea acestora în proiecte cu caracter republican se poate, de asemenea, îmbunătăți acțiunea de tipizare a instalațiilor de încălzire și ventilare.

Pînă la elaborarea cadrului de principiu în care să se desfășoare tipizarea instalațiilor, atît la nivelul ansamblurilor complexe de instalații, cît și la nivelul ansamblurilor și detaliilor tip, institutele de proiectare, printre care și I.P.C., au prevăzut în planul de tipizare diverse proiecte tip, a căror urgență în aplicare este impusă de necesitățile imediate de proiectare.

În cadrul acțiunii de tipizare la nivelul ansamblurilor complexe de instalații, I.P.C. are în curs de elaborare *„Studiul de puncte termice pentru instalații industriale“* prin care se vor stabili capacitățile termice și funcționale ale punctelor termice la diverse variante de echipament, pe baza cărora se va putea trece la executarea unor proiecte și detalii tip.

Pentru îmbogățirea volumului detaliilor și subansamblurilor din cataloagele tip, I.P.C. elaborează detalii de execuție pentru elemente de îmbinare : coturi, curbe, ramificații, reducții etc., compensatori de dilatare telescopici și lenticulari și dispozitive de susținere pentru conducte avînd diametrul între 300 și 800 mm, completînd în acest fel întreaga gamă de diametre necesare în instalațiile industriale.

I.P.C. a elaborat, de asemenea, detalii tip privind izolarea termică a conductelor cu vată minerală superioară — de tip sillan — intrată de curînd în fabricație industrială.

În acțiunea de îmbogățire a detaliilor și subansamblurilor tip sînt antrenate și o serie de institute de proiectare, printre care :

— I.P.I.U., care elaborează detalii tip pentru amortizoarele ventilatoarelor şi pentru montarea bateriilor de încălzire ;

— I.C.P.I.L. pentru hote, guri de absorbţie şi guri de refulare industriale ;

— I.P.L. pentru ventile de aerisire şi ventile de purjare ;

— IPROMET pentru suporturi de registre etc.

În privinţa încadrării elementelor de instalaţii în elemente tip de construcţii, I.P.C. a elaborat, la nivel de studiu, proiecte pentru hale industriale etajate şi pentru hale industriale parter, în care au fost amplasate grinzi-canal de diverse tipuri pentru vehicularea aerului, prevăzute cu grinzi de refulare cu debite variabile. Pentru halele industriale parter s-a analizat şi s-a rezolvat problema montării centralelor de ventilare pe acoperiş, precum şi problema utilizării rostului de dilatare al unor hale cu suprafaţă construită mare pentru crearea unui culoar tehnic peste spaţiul de producţie, care să folosească la montarea tubulaturii de ventilare şi a conductelor tehnologice. Acest culoar tehnic are importanţă în special în cazul halelor cu poduri rulante, care ridică probleme speciale de montaj pentru tubulatura de ventilare din cauza spaţiului disponibil redus, culoarul tehnic fiind prevăzut la limita zonei de acţiune a podului rulant.

* * *

Din cele de mai sus rezultă că acţiunea de tipizare a instalaţiilor pentru hale industriale nu a cuprins pînă în prezent decît o mică parte din ansamblul instalaţiilor, şi anume elementele de instalaţii, şi aceasta mult sub necesităţile imediate de aplicare.

În urma acţiunii de coordonare efectuată de M. C. Ind. prin I.P.C., tipizarea instalaţiilor se va desfăşura după un program care va cuprinde toate domeniile, de la elementele de instalaţii pînă la ansamblurile funcţionale complexe, determinînd şi tipizarea integrală a construcţiei care le adăposteşte.

Ing. ANTON TEODORESCU, ing. MIHAI DONCIU,
ing. HOREA REIZEL
I.P.C.

TIPIZAREA INSTALAŢIILOR ÎN CADRUL ORGANIZĂRII ŞANTIERELOR

Introducerea tipizării în lucrările de organizare a şantierelor pune problema recuperării instalaţiilor şi a folosirii lor repetate. Fără îndeplinirea acestor condiţii, avantajele economice ale tipizării de orice natură pot fi anulate ca urmare a duratei scurte de existenţă a unui şantier.

Prin urmare, în cazul proiectării pentru organizările de şantier, trebuie avute în vedere o serie de detalii funcţionale şi constructive, care să asigure folosirea repetată a elementelor de instalaţii.

De asemenea, se impune ca atunci cînd se urmăreşte folosirea lor repetată, să se ia măsuri organizatorice pentru introducerea regimului de inventar la principalele elemente de instalaţii, ceea ce va constitui premiza măririi gradului de răspundere şi de interesare economică în ceea ce priveşte păstrarea cu grijă şi efectuarea corectă a lucrărilor de montare şi, în special, a lucrărilor de demontare.

Pentru tipizarea instalaţiilor aferente organizării şantierelor s-a avut în vedere un aspect caracteristic care să le distingă de tipizările obiectelor care nu sînt destinate organizărilor de şantier, şi anume : tipizarea instalaţiilor şi asigurarea folosirii lor repetate

Această tipizare, specifică organizărilor de şantiere, a făcut obiectul unui studiu întocmit în I.P.C., în care s-au evidenţiat principalele

criterii de proiectare a tipizării instalaţiilor cu asigurarea folosirii repetate a lor, şi care sînt următoarele :

— proiectarea unor obiecte, echipamente sau materiale robuste, care să poată suporta un număr mare de manipulări, precum şi condiţiile mai grele de exploatare care sînt obişnuite pe şantier ;

— luarea în consideraţie a condiţiilor de gabarit care trebuie respectate în cazul transporturilor pe căile de comunicaţii obişnuite ;

— scurtarea duratei de execuţie la lucrările de montare, prin proiectarea unor detalii de îmbinare, prindere sau racordare, simple şi neperisabile la demontări ;

— mărirea operativităţii la lucrările de montare prin reducerea sortimentelor pieselor sau materialelor componente care necesită montaj ;

— prevederea unor soluţii de instalaţii diferenţiate în funcţie de durata şantierului ;

— introducerea regimului de inventar pentru instalaţiile tipizate şi asigurarea folosirii lor repetate.

Toate tipizările de instalaţii concepute pentru investiţiile de bază — dacă sînt revizuite şi adoptate după criteriile de mai sus — pot fi utilizate la organizarea şantierelor, cu avantaje importante, atît în ceea ce priveşte productivitatea muncii, cît şi cheltuielile materiale.

Studiile efectuate în vederea tipizării instalaţiilor de organizare a şantierelor au arătat necesitatea schimbării unor principii sau sisteme devenite aproape tradiţionale.

De exemplu, prin studiul I.P.C. nr. 3019, în care s-a tratat alegerea agentului termic potrivit pentru alimentarea cu căldură a organizaţiilor de şantier, s-a arătat că actuala uzanţă de a încălzi şantierul exclusiv cu abur este neeconomică şi că agentul de maximă eficienţă este apa caldă de 110/85°C, aburul urmînd a fi folosit numai pentru procesele tehnologice (staţii de betoane şi poligoane de prefabricate).

În proiectele I.P.C. 7020 şi 7015 s-a proiectat încălzirea pentru laboratoarele de şantier. Avînd în vedere atît problema consumului de oţel, cît şi a costului, s-a ajuns la concluzia că folosirea convectoradiatoarelor şi a radiatoarelor este cea mai indicată, cu excepţia încăperilor unde pericolul de lovire este mare, în care caz sînt de recomandat registrele. De asemenea, s-a constatat că pentru unele construcţii demontabile uşoare, la care indicele de pierdere de căldură depăşeşte limitele admisibile, nu este raţional să se prevadă instalaţii de încălzire, recomandîndu-se folosirea acestor construcţii în afara perioadei friguroase.

Există în prezent unele obiecte de instalaţii deja tipizate care corespund condiţiilor cerute de o folosire repetată şi care nu au nevoie de adaptări decît în privinţa părţilor de racordare. Ca exemplu, cităm posturile de transformare metalice (PTM) fabricate de M.E.E. şi care se compun din două pînă la trei tronsoane demontabile, care se pot transporta pe autocamioane.

De asemenea, pe unele şantiere se află în folosinţă agregate sau părţi de instalaţii — ca staţii de tratare a apei, tablouri de distribuţie, stîlpi de linii electrice — a căror utilizare poate fi generalizată la toate şantierele.

Pe lîngă tipizările existente sau deja tratate în studii şi proiecte mai sînt o serie de obiecte a căror tipizare a fost indicată ca posibilă şi necesară în studiul de tipizare nr. 7016.

Astfel, urmează a fi abordate tipizări de ansambluri sau sisteme de instalaţii, care au rămas în urmă faţă de tipizările din construcţii, cum ar fi :

— Centrale termice de şantier, pentru care se pun probleme de producere concomitentă de abur tehnologic şi apă caldă, cu recuperabilitate totală în vederea folosirii lor repetate. Studiul se află în curs de elaborare în I.P.C.

— Reţele electrice de distribuţie a energiei electrice în şantiere, la care se pune problema experimentării folosirii repetate a conductorilor de aluminiu în condiţii sigure de exploatare. Problemele de soluţionat sînt numeroase în această privinţă.

Astfel, ar trebui rezolvată problema secţiunii conductorilor. La prima vedere, ar trebui adoptată soluţia unei secţiuni unice de 70 mm^2, care prezintă avantajul că asigură o operativitate maximă prin eliminarea erorilor de aprovizionare cu material auxiliar, cum ar fi cleme şi izolatori. Datorită variaţiilor mari în timp a repartiţiei consumatorilor, supradimensionarea pe unele trasee, într-o anumită parte din timpul afectat unui şantier, este compensată de economia realizată în costul înlocuirii conductorilor. Pentru porţiunile unde, într-o anumită parte a timpului, secţiunea de 70 mm^2 ar fi insuficientă, se poate recurge la majorarea capacităţii de transport prin montarea unui al doilea circuit pe aceiaşi suporţi. Altă problemă legată de reţelele electrice este recuperabilitatea fundaţiilor şi a stîlpilor de metal, beton sau lemn, pentru care s-au găsit aplicaţii la unele şantiere, ce ar putea fi extinse.

— Iluminatul exterior de pază, circulaţie şi lucru al şantierelor pune problema alegerii între soluţia curentă cu corpuri de iluminat fixate pe stîlpii liniilor electrice aeriene şi aceea a iluminatului cu proiectoare amplasate pe piloni înalţi. La alegere trebuie avut în vedere şi efectul iluminatului de bună calitate asupra productivităţii muncii.

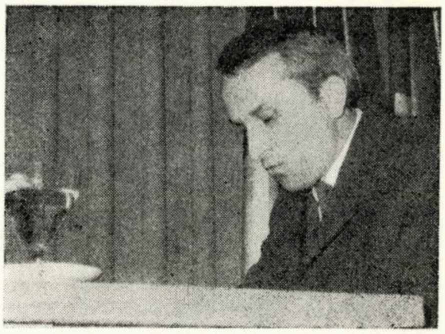
— La revizuirea tipizărilor existente pentru castelele de apă, care ar trebui să fie astfel adaptate încît să fie recuperabile şi să aibă un gabarit de transport care să permită folosirea lor pe şantiere, se vizează posibilitatea introducerii tipizării rezervoarelor sferice metalice.

— Pentru distribuţia apei, în unele cazuri se vor putea adopta soluţii bazate pe folosirea conductelor de aluminiu montate la suprafaţă cu flanşe rapide, folosibile numai în anotimpul cald. Soluţia se bazează pe principiul că şantierul urmează a fi alimentat, în faza lui dezvoltată, din reţeaua investiţiei pe care o realizează, conductele de aluminiu cu flanşe rapide urmînd să fie folosite numai în perioada de deschidere a şantierului.

— Pentru tablourile de distribuţie de pe şantiere, I.P.C. are în curs de elaborare un proiect care va prevedea două sau trei tipuri de tablouri tip dulap, cu posibilităţi de extindere prin ataşare sau montaj în cascadă.

În toate aceste proiecte se va urmări folosirea experienţei organizaţiilor de construcţii şi instalaţii, prevăzîndu-se generalizarea unor soluţii folosite cu bune rezultate pe unele şantiere.

Definitivarea soluţiilor pe baza criteriilor menţionate mai sus va mări eficienţa fondurilor folosite pentru organizarea şantierelor, asigurîndu-se paralel şi condiţii de lucru superioare pentru desfăşurarea activităţii de construcţii-montaj pe şantierele noastre.



Ing. **GEORGEL ASANDEI**
Inginer şef — I.P.C.

CONSIDERAŢII PRIVIND INFLUENŢA TEHNOLOGIEI DE EXECUŢIE ASUPRA PROCESULUI DE PROIECTARE A CONSTRUCŢIILOR

Activitatea de construcţii este una dintre cele mai vechi îndeletniciri ale oamenilor şi, încă de la început, a presupus două genuri de preocupări, desfăşurate pe planuri diferite :

a) Conceperea construcţiei, realizarea obiectivului propus sub forma unei imagini prealabile, pe baza unui efort de gîndire ce urmărea în ultimă instanţă acordarea dorinţei cu posibilitatea, prima într-un permanent avans în raport cu cea de-a doua.

b) Executarea construcţiei care, în acţiunea de concretizare a conceptului, aducea de regulă acestuia retuşuri importante.

Multă vreme aceste etape se întrepătrundeau, formînd preocuparea aceleiaşi categorii profesionale, ceea ce uşura armonizarea lor, contopindu-le, practic, într-un proces unic de creaţie.

Creşterea complexităţii şi diversităţii construcţiilor, rezultată ca urmare a dezvoltării de ansamblu a societăţii, a impus o specializare tot mai pronunţată şi în acest domeniu, ceea ce a dus la o separare crescîndă, în timp şi spaţiu, a celor două moduri de a realiza construcţia, pe care azi obişnuim să le denumim : *proiectare* şi *execuţie.*

Această dedublare a actului de realizare a construcţiei cunoaşte, după cum vom vedea, tendinţe contradictorii, a căror rezolvare dă în mod dialectic nota de reuşită operei finale.

Tehnologia de execuţie ce-şi propune să definească modul de realizare a construcţiei, urmăreşte să stabilească o punte de legătură între cele două categorii de activităţi inginereşti, înlesnind dialogul între proiectant şi executant prin exercitarea alternativă a funcţiei de re-

prezentant al unuia în sfera de preocupări a celuilalt.

Influențarea procesului de proiectare este astfel, prin definiție, caracteristica de bază a tehnologiei de execuție. Ea se desfășoară pe un plan general, la nivelul optimizării de ansamblu a acțiunilor de proiectare, evidențiindu-se în paralel prin consecințe directe, vizînd diverse aspecte particulare ale procesului de proiectare.

Urmărind confruntarea între ipotezele formulate prin proiect și posibilitățile de confirmare a acestora în realitate, influența tehnologiei de execuție se exercită, în general și în principal, în direcția aplanării următoarelor două aspecte contradictorii ce caracterizează relația proiectare-execuție :

1. Asigurarea pregătirii lucrărilor de construcții impune necesitatea devansării procesului de proiectare, în timp ce corelarea optimă a prevederilor cu împrejurările momentului execuției, duce la o tendință inversă de maximă apropiere a celor două etape.

2. Noutatea tehnică ce se imprimă proiectării sub imperativul dezvoltării creează inițial dificultăți de discontinuitate procesului de execuție — afectînd eficiența, specifică stabilității producției.

Făcînd abstracție de multitudinea factorilor subsidiari, care complică în mod deosebit ecuația de optim a activității de construcții, se poate afirma că totalitatea rebuturilor în proiectare (proiecte care nu mai ajung să fie executate), constituie consecințe ale acestor contradicții, insuficient rezolvate de studierea corespunzătoare a tehnologiei de execuție. În ultimă instanță, armonizarea celor două etape este condiționată direct de calitatea acțiunii de devansare a activității de concepție pe baza prognozei științifice a evoluției tehnologiilor de execuție.

Aceste fenomene sînt puternic accentuate de procesul de industrializare a construcțiilor, care impunînd un ritm alert de schimbare condițiilor de execuție, face ca evoluția soluțiilor să fie în principal determinată, în tot mai mare măsură, de progresele înregistrate în domeniul condițiilor de realizare (procedee de execuție, materiale noi, utilaje) ducînd, printre altele, la necesitatea reducerii ciclului de tipizare și la subordonarea acesteia legilor specifice industrializării.

Astfel, prin tipizare se impune corelarea diversității cerințelor funcționale cu necesitatea tehnologică de restrîngere a gamei de produse industrializate, printr-o combinare rațională între metoda de tipizare integrală (pe model ; obiect) și cea pe elemente.

În noile condiții, cînd tehnologia de execuție îmbracă tot mai mult haina industrializării, o influență evidentă a celor două fațete ale ei : tipizarea și prefabricarea, o constituie tendința de uniformizare a soluțiilor de proiect, exprimată în aspectul uneori monoton al noilor

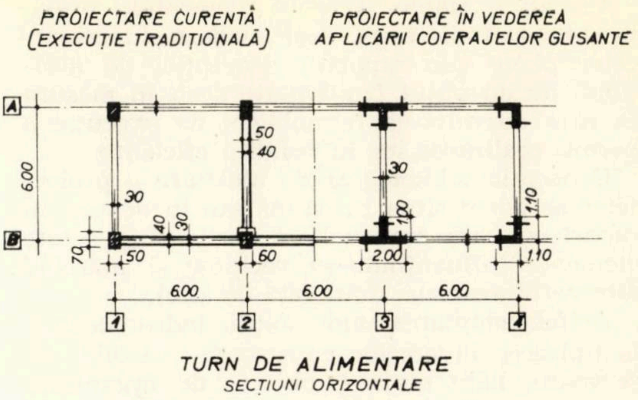


Fig. 1

noastre orașe — cu cele două categorii caracteristice de clădiri : P+4 (corespunzătoare execuției în panouri mari) și P+9 (consecință a aplicării cofrajelor glisante).

O confirmare a caracterului efemer al condițiilor de execuție o constituie faptul că în prezent chiar unele proiecte elaborate în urmă cu 1—2 ani prezintă uzură morală sub aspectul prevederilor tehnologice, datorită unor factori de conjunctură peste care se suprapun aspecte de progres tehnic efectiv. Sînt concludente în această privință exemplele multiple de reconsiderare a proiectelor datorită restrîngerii consumului de material lemnos și metalic. În fig. 1 se prezintă două rezolvări extreme avînd același obiect, în care tehnologia de execuție în cofraje glisante impune corective substanțiale criteriilor curente de proiectare.

Este un exemplu tipic, care exprimă ideea că valoarea materialelor puse în operă poate varia în așa măsură în raport cu tehnologia de execuție aplicată, prin suprapunerea factorilor suplimentari de durată și productivitate, încît indicii consumurilor de bază nu mai constituie criterii valabile de comparare a soluțiilor.

Nerezolvarea unor dificultăți tehnologice de execuție duce la excluderea practică a unor soluții optime sub aspectul concepției statice — cum este cazul extrem al pînzelor subțiri.

$$(1)\quad R = K \cdot m_n \cdot R^n -$$

$$(2)\quad S = n \cdot S^n -$$

K = coef. omogenitate = $f_1(T, V_1, V_2 \ldots V_n)$

m_n = coef. condiții de lucru = $f_2(V_1, V_2, T \ldots V_n)$

n = coef. supraîncărcare = $f_2(V_1, V_2, T \ldots V_n)$

$R; R^n$ — REZISTENȚA DE CALCUL ; NORMATĂ

$S; S^n$ — ÎNCĂRCARE DE CALCUL ; NORMATĂ

Fig. 2

Un alt exemplu îl oferă elementele prefabricate spaţiale care, deşi evident superioare celor plane sub raportul concepţiei de alcătuire, nu au putut fi adoptate decît în măsura în care dezvoltarea tehnologiei de execuţie a permis realizarea lor în condiţii eficiente.

Concepţia tehnologică de alcătuire a proiectelor se poate situa în avans sau în devans în raport cu baza materială a şantierului, aceste elemente influenţîndu-se reciproc şi marcînd alternativ avansuri unul faţă de altul.

Astfel, adoptarea unor soluţii industrializate la tipizarea diverselor construcţii : castele, rezervoare, hale etajate, obiecte de organizare şantier etc. poate deveni eficientă numai în măsura în care la finalizarea ciclului de proiectare sînt asigurate condiţii tehnologice de execuţie. Altfel ele rămîn proiecte de anticipaţie — cum sînt deja unele din proiectele de obiecte organizare şantier care, neavînd asigurată încă baza de fabricaţie, au în prezent o valoare practică redusă.

Influenţa tehnologiei de execuţie asupra proiectării se manifestă într-un mod foarte direct şi din interiorul acestui proces.

Sub acest aspect se observă că, teoretic, tehnica de calcul al construcţiilor nu a cunoscut modificări sensibile decît în direcţia posibilităţii de evidenţiere mai precisă a condiţiilor de realizare şi exploatare a construcţiei, gradul de identificare a acestora cu ipotezele de calcul reducînd domeniul de incertitudine care determină mărimea coeficientului de siguranţă.

Influenţa tehnologiei de execuţie asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale unor materiale de construcţii şi, în principal, asupra betonului poate duce, după cum vom vedea, la modificarea unor termeni fundamentali ai proiectării.

Metoda de calcul la stări limită oferă instrumentul matematic de evidenţiere a acestei influenţe prin intermediul relaţiilor sale de bază (fig. 2).

Coeficienţii menţionaţi au valori probabilistice direct influenţate de specificul tehnologiei de execuţie adoptate.

Cazul betonului aparent ni se pare concludent.

Exigenţele acestei tehnologii duc la îngrădirea dispersării factorilor aleatorii, ceea ce apropie valorile de calcul de cele normate, coeficienţii de asigurare tinzînd către unitate.

Prin natura sa, tehnologia betonului aparent ameliorează în primul rînd coeficienţii de omogenitate, care sînt şi cei mai diminuaţi, dar influenţează favorabil şi coeficienţii condiţiilor de lucru ale structurii, permiţînd chiar reconsiderarea unor scheme statice de ansamblu pe baza faptului că îmbunătăţeşte calitatea îmbinărilor — mărind de exemplu gradul de încastrare a elementelor în noduri.

O menţiune specială se impune în privinţa asigurării unei precizii mai mari la realizarea dimensiunilor geometrice, care apropie construcţia executată de ipotezele considerate la proiectarea ei.

Acest lucru, pe lîngă efectul direct asupra secţiunii efective de calcul, mai poate influenţa şi asupra aprecierii mai strînse a palierului de variabilitate posibilă a încărcărilor provenite din greutăţile proprii ale elementelor (n = = 1,1 — 1,2).

Rezultă deci că extinderea betonului aparent ca beton de rezistenţă ideal trebuie să fie în

TABELUL 1

REZULTATE MEDII SINTETICE

privind unele caracteristici fizico-mecanice obţinute pe diafragme de beton turnate în cofraje glisante

Tipul peretelui	Rezistenţe medii la compresiune					Densităţi medii			
	Încerc. nedistr. deter. I	Încerc. nedistr. deter. II	Carote 80—100	Carote 100—115	Carote 115—140	Tranşe marg.	Tranşe marg.	Tranşe marg.	Tranşe centr.
GLISAT :									
Zona centrală efectiv glisată	309	340	210	229	233	2257	2285	2261	2300
Ansamblul peretelui	320	344							
STAŢIONAR	350	367	213	238	244	2256	2258	2252	2291
Rezist. perete cofrat staţionar % / Rezist. zona centrală efectiv glisată	113,5%	108%							
În raport cu ansamblul peretelui	110%	107%	101,5%	104%	105%	99,9%	99%	99,9%	99,7%

primul rînd un deziderat induleresc, luarea în considerație a influențelor tehnologice asupra indicilor săi calitativi justificînd folosirea sa și în cazurile pentru care plusul de cost investit în operațiunile de formare nu este compensat de reducerea finisajelor caracteristice betonului obișnuit.

Un exemplu asemănător îl oferă tehnologia de execuție în cofraje glisante, care poate afecta, de asemenea, în mare măsură caracteristicile fizico-mecanice ale betonului.

Întrucît în ultimul timp s-au manifestat tendințe de a se motiva unele nereușite datorate în mare măsură subaprecierii exigențelor tehnice curente, drept consecințe intrinseci ale procedeului, s-au inițiat o serie de încercări care au urmărit stabilirea cantitativă a influenței glisării asupra caracteristicilor betonului și care fac parte dintr-un program mai general de cercetări asupra efectului de perete.

Astfel, urmărindu-se realizarea unei baze obiective de comparare a caracteristicilor betonului glisat cu cele ale betonului realizat în cofraje staționare, s-au confecționat, simultan și în condiții aproape identice, două eșantioane de diafragme de beton, unul turnat în cofraj glisant și altul turnat în cofraj fix.

S-au efectuat următoarele încercări :

— Determinarea timpilor de străbatere cu fascicole ultrasonice și deducerea pe această bază a rezistențelor la compresiune.

— Extragerea de carote cilindrice cu Ø 69 mm, măsurarea greutății specifice și a rezistenței mecanice diferențiate a acestora.

— Încercări nedistructive și distructive pe cuburi de probă cu latura de 10 și 20 cm, cofrate în diverse soluții, inclusiv prin glisare.

Rezultatele sintetice ale acestor încercări sînt prezentate în tabelul 1.

Încercările de laborator efectuate au confirmat o oarecare influență defavorabilă a glisării asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale betoanelor. Astfel, rezistențele medii la compresiune rezultate pe baza acestor măsurători, care reprezintă prelucrarea a peste 500 de rezultate, arată o comportare cu cca 10—15% mai bună a betoanelor turnate staționar, cifră care a fost verificată prin determinări repetate.

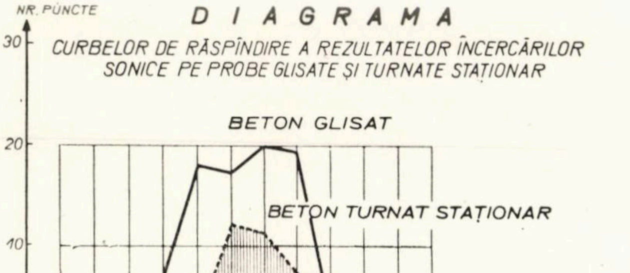


Fig. 3

Din comparația rezultatelor pe carote rezultă, de asemenea, o comportare mai bună a betonului cofrat staționar, plusul de rezistență fiind însă mult diminuat.

Explicația acestor apropieri ale caracteristicilor celor două betoane rezultă din faptul că cca 70% din carote au fost încercate la compresiune după ce li s-au detașat tranșele marginale de 1, 2 și 4 cm, care constituiau betonul din imediata vecinătate a cofrajelor, cel mai puternic influențat de efectul de cofrare.

Din tabelul 1 rezultă că, la betoanele staționare, creșterile de rezistență nu sînt însoțite de creșteri ale densităților aparente ale betoanelor respective. Aceasta dovedește că efectul de perete, mai pronunțat în cazul cofrajelor glisante, nu se traduce printr-o înfoiere a structurii betonului, ci printr-o influență nefavorabilă asupra procesului de priză și întărire.

Analizînd rezultatele încercărilor obținute pe diversele serii de cuburi se constată, în general, o diferențiere mai pronunțată a rezistenței la compresiune, cauzată de natura suprafeței cofrajului, confirmîndu-se astfel faptul că mărimea coeficientului de frecare beton-cofraj influențează direct proporțional caracteristicile mecanice ale betonului rezultat.

O concluzie care se desprinde pe baza analizei materialului experimental se referă la faptul că rezistența betonului la compresiune și, în general, toate caracteristicile fizico-mecanice diferă relativ mult de la o zonă la alta a unui element de beton, subliniindu-se caracterul relativ și convențional al mărcii betonului ca criteriu de calitate.

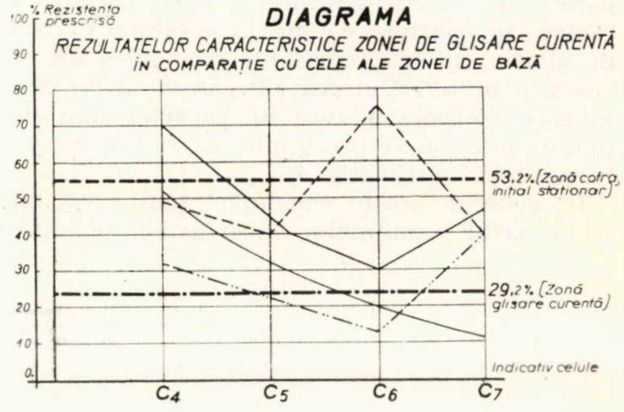


Fig. 4

Pe baza analizei datelor rezultă că coeficientul de omogenitate corespunzător betoanelor turnate staționar este superior celor realizate în cofraje glisante.

Astfel, pentru panoul glisant ecartul de împrăștiere este 320 ÷ 150 kg/cm², iar la panoul turnat — 100 kg/cm² ; în cofraje staționare este 350 ÷ 100 kg/cm², respectiv — 60 kg/cm² (fig. 3).

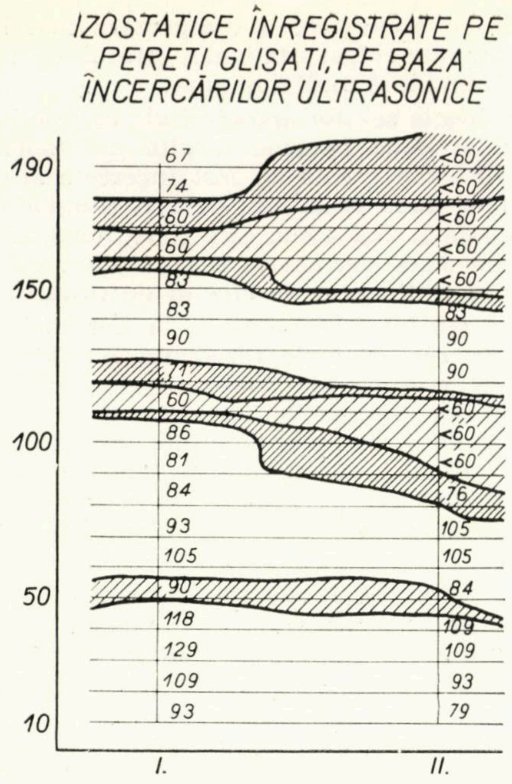


Fig. 5

Spre deosebire de rezultatele obţinute în laborator, unele încercări efectuate pe construcţii exprimă diminuări calitative pronunţate ale betonului în comparaţie cu marca prescrisă, ceea ce indică o influenţă defavorabilă mult mai pronunţată a tehnologiei de glisare.

Astfel, în cazul măsurătorilor efectuate pe pereţii de 20 cm grosime ai unor turnuri de răcire, se constată că media acestora în zona de glisare curentă reprezintă doar 30% din rezistenţa prescrisă şi cca 53% în zona de bază, în care cofrarea a avut un caracter mai staţionar, putîndu-se presupune că şi betonul s-a turnat mai îngrijit (fig. 4).

În general, aceste constatări rămîn valabile şi în cazul rezultatelor încercărilor efectuate pe pereţii de 15 cm grosime ai unor clădiri de locuinţe, cu deosebire că pentru acest caz neomogenitatea calitativă a betonului pare încă mai pronunţată. Se observă în special influenţa nefavorabilă a turnării în straturi prea mari ceea ce are următoarele consecinţe :

a. Lipsa posibilităţii de compactare a betonului, cu menţiunea că asupra acestui beton afînat, şi deci cu caracteristici fizico-mecanice considerabil diminuate, efectul este mai pronunţat.

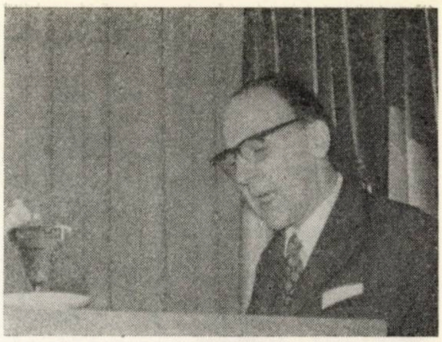
b. Zonele de delimitare dintre straturi devin, datorită perioadei mari de timp dintre cele două turnări succesive şi lipsei procesului de compactare, zone efective de discontinuitate, caracterizîndu-se prin rezistenţe practic nule (fig. 5). Rezistenţele obţinute pe carote confirmă, şi în aceste cazuri, rezultatele încercărilor nedistructive.

În completarea cercetărilor s-au făcut încercări asupra unor diafragme glisate în condiţii optime de respectare a prescripţiilor tehnice, rezultatele confirmînd o micşorare a influenţei negative a glisării, practic ajungîndu-se la valori comparabile cu cele obţinute în condiţii de laborator.

Rezultatele acestor încercări confirmă experimental un caz particular de influenţă a tehnologiei de execuţie asupra procesului de concepţie a unor construcţii, ele putînd justifica adoptarea în proiectare a unor coeficienţi de omogenitate diferiţi pentru betonul glisat şi pentru cel cofrat staţionar.

Observaţiile prezentate duc la concluzia necesităţii unei maxime identificări a procesului de proiectare cu modalităţile de execuţie a construcţiilor.

Rezultă că proiectarea trebuie privită ca o activitate unitară de concepţie, rod al colaborării unui mare număr de specialişti, care urmăresc, pe baza unor acţiuni de optimizare, să acopere cît mai bine cerinţele de temă prin luarea în considerare în mod raţional a mijloacelor disponibile, într-un efort complex de autodepăşire.



Ing. **MIRCEA LUPU**
I.P.C.

SOLUȚII NOI DE REALIZARE A OBIECTELOR PENTRU ORGANIZAREA ȘANTIERELOR

Realizarea unor condiții îmbunătățite pentru cazarea muncitorilor constructori și organizarea spațiilor de lucru și de depozitare a impus părăsirea *baracamentelor*, realizate *meșteșugărește* cu soluții locale improvizate (fig. 1), și adoptarea unor soluții noi la nivelul tehnicii moderne.

Astfel, s-au preconizat soluții care folosesc materiale eficiente (PFL dur și poros ; placaj special de exterior ; polistiren ; vată minerală rigidă ; azbociment ; profile din tablă subțire ; plăci de beton celular autoclavizat etc.), asamblate în elemente gîndite pentru a fi realizate în industrie (pe linii tehnologice de mare precizie și productivitate).

În acest mod, munca de construcție pe șantier a fost tot mai mult înlocuită prin asamblări de elemente prefabricate, reducîndu-se manopera, timpii de instalare și pierderile inerente operațiilor de montare-demontare.

Astfel, au fost create premisele realizării unei noi industrii, care să producă obiectele necesare organizării de șantier.

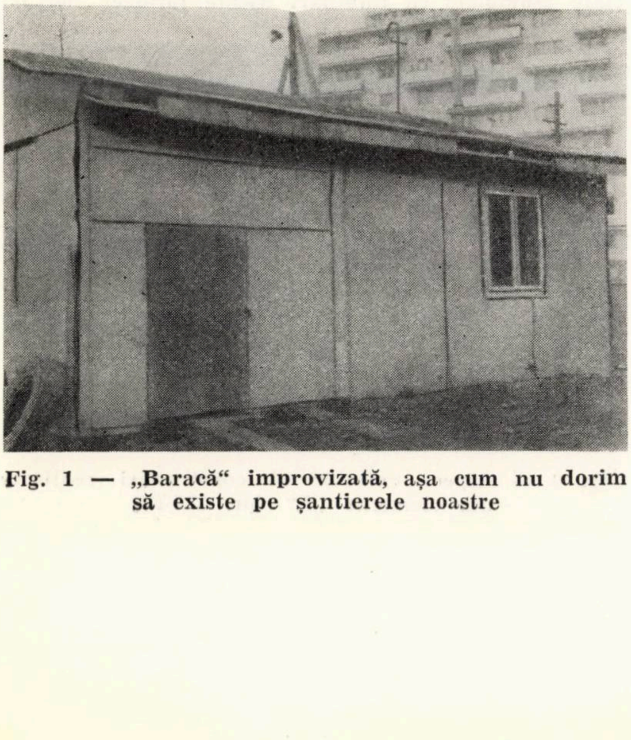


Fig. 1 — „Baracă" improvizată, așa cum nu dorim să existe pe șantierele noastre

Dar noile soluții, folosind materiale mai scumpe și tehnologii de realizare mult mai pretențioase, au trebuit să rămînă competitive din punct de vedere economic cu vechile soluții „clasice", chiar dacă prin confortul asigurat, ele se impuneau de la sine pe linia realizării progresului. Acest aspect economic a putut fi analizat în mod just numai după ce s-a recunoscut că, pe ansamblul economiei naționale, eficiența tehnico-economică a soluțiilor trebuie analizată în lumina costului de revenire pe un amplasament, deci ținînd seama de durata de folosință și de numărul posibil de reutilizări, și numai în mai mică măsură de efortul inițial de investiție necesar.

În acest mod, obiectele de organizare de șantier s-au putut sistematiza în :

a) *Obiecte cu o durată lungă* (între 5 și 10 ani) de staționare pe un amplasament și cu posibilități reduse de refolosire ($n = 1 \div 3$).

b) *Obiecte cu o durată medie* (între 3 și 5 ani) de staționare pe un amplasament și cu posibilități medii de refolosire ($n = 3 \div 10$).

c) *Obiecte cu o durată scurtă* (între 1 și 3 ani) de staționare pe un amplasament și cu posibilități mari de refolosire ($n = 10 \div 15$).

Fig. 2 — Construcție realizată din blocuri de beton (proiect 1525)

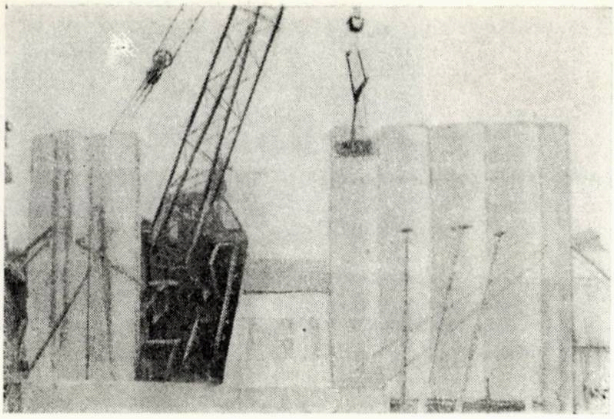


Fig. 3 — Montarea cu cleşte special a panourilor mici din beton celular autoclavizat tip Craiova (pr. 9003)

d) *Obiecte cu o durată foarte scurtă* (pînă la un an) de staţionare pe un amplasament şi cu posibilităţi foarte mari de refolosire (n > 15).

Această sistematizare precizează domeniul de folosire şi impune soluţiile : Obiectele cu 5—10 ani durată de staţionare trebuie gîndite pentru platformele de organizare centralizate, fiind montabile, dar limitat demontabile (zidărie, beton prefabricat) ; obiectele cu 3—5 ani şi cele cu 1—3 ani durată de staţionare trebuie gîndite pentru şantierele curente de construcţii, fiind uşor montabile şi demontabile (elemente uşoare asamblabile din azbociment, respectiv metal) ; şi, în fine, obiectele cu pînă la un an durată de staţionare trebuie gîndite pentru şantierele liniare (agricultură, drumuri etc.), pentru preluări de vîrfuri de efective sau pentru intervenţii, fiind unităţi celulare imediat utilizabile.

„Catalogul obiectelor de organizare de şantier" (proiect 2001 — IPC) indică construcţiile realizate pînă în prezent :

a) *Construcţii cu o durată lungă (între 5—10 ani) de staţionare pe un amplasament şi cu posibilităţi reduse de refolosire* (n = 1 ÷ 3).

Înlocuind primele construcţii provizorii de şantier proiectate din stufit, cărămidă de mînă, blocuri de piatră şi chirpici, catalogate de I.C.S.C. în 1957, s-au realizat în 1963 primele construcţii din zidărie (pr. 1242).

Aceste soluţii au fost îmbunătăţite prin introducerea variantelor cu înlocuitori de cărămidă (fig. 2) şi simplificarea detaliilor pentru obiecte social-culturale (Pr. 1525), inclusiv pentru construcţiile de apartamente pentru familişti (pr. 1469).

Se prevede ca aceste proiecte să se înlocuiască prin obiecte realizate din panouri mici de beton celular autoclavizat — tip Craiova — (fig. 3—4) în ideea reducerii manoperei consumate pe şantiere (pr. 9003).

Urmărind ideea industrializării, s-au propus o serie de construcţii realizate din panouri mari speciale de beton armat, cu îmbinări uscate (pr. 7007/Ic) pentru obiectele social-culturale (fig. 5).

Pentru obiectele de organizare de şantier necesitînd încăperi mari libere (cantine, săli de mese, magazii, depozite) s-au realizat o serie de construcţii (pr. 377/F8) din elemente de beton armat prefabricat de tip „L" asamblate în cadre cu 3 articulaţii (fig. 6—7).

O idee îndrăzneaţă a însemnat trecerea la elementele celulare de beton armat prefabricat care, asamblate „în şah" sau „alăturat", permit realizarea unor construcţii multietajate cu destinaţie de dormitoare, cămine şi birouri.

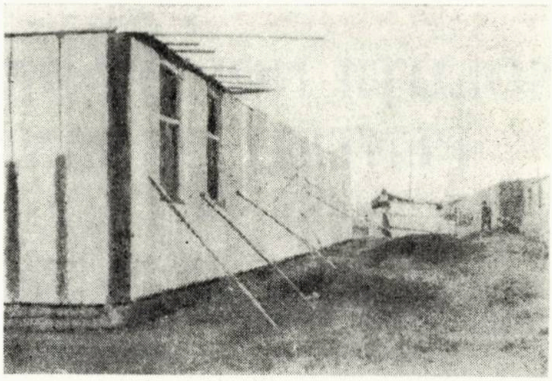


Fig. 4 — Sprijiniri provizorii, rigidizări monolite şi detaliul soclului realizat conform proiectului 9003 pentru panourile mici de beton celular autoclavizat tip Craiova

Fig. 5 — Construcţie realizată din panouri mari speciale asamblate cu îmbinări uscate (proiect 7007/Ic)

Fig. 6 — Aspect exterior al construcţiei realizate din elemente „L" (pr. 377/F8)

Realizate ca „tuburi“ (fig. 8—9) cu îmbinări pe diagonală şi completări de zidărie la capete (pr. 377/F1-b) sau ca „inele“ (fig. 10—11) cu nervuri suprapuse şi îmbinări în cruce cu eclise metalice şi eventual cu precomprimare transversală, construcţiile se prezintă cu lăţimi multiplu de lăţimea elementelor (1,40 m la tub şi 1,20 m la inel) şi diverse posibilităţi de realizare de partiuri (cu balcoane, cu logii, cu scări, pe fundaţii punct, etc.).

Considerăm că în acest domeniu este necesară doar o completare de partiuri şi culegerea observaţiilor pe care practica reali-

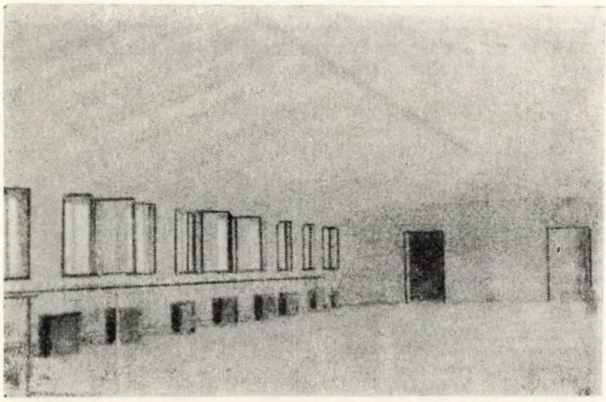


Fig. 7 — Aspect interior al încăperii realizate cu elemente „L“

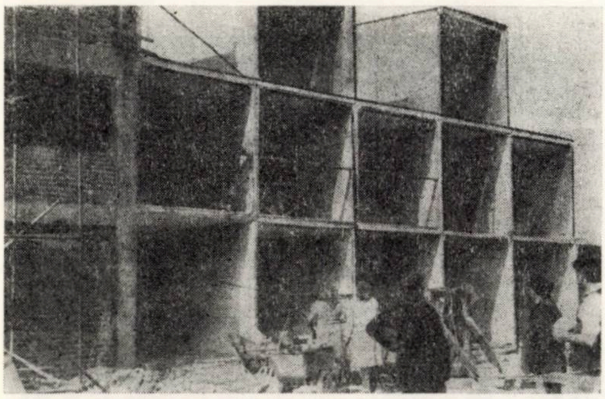


Fig. 8 — Tuburi din beton armat prefabricat în curs de montaj (pr. 377/F1-b)

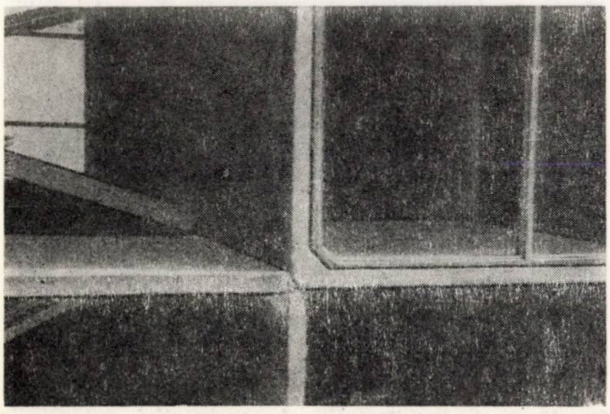


Fig. 9 — Detaliu de rezemare în şah a „tuburilor“

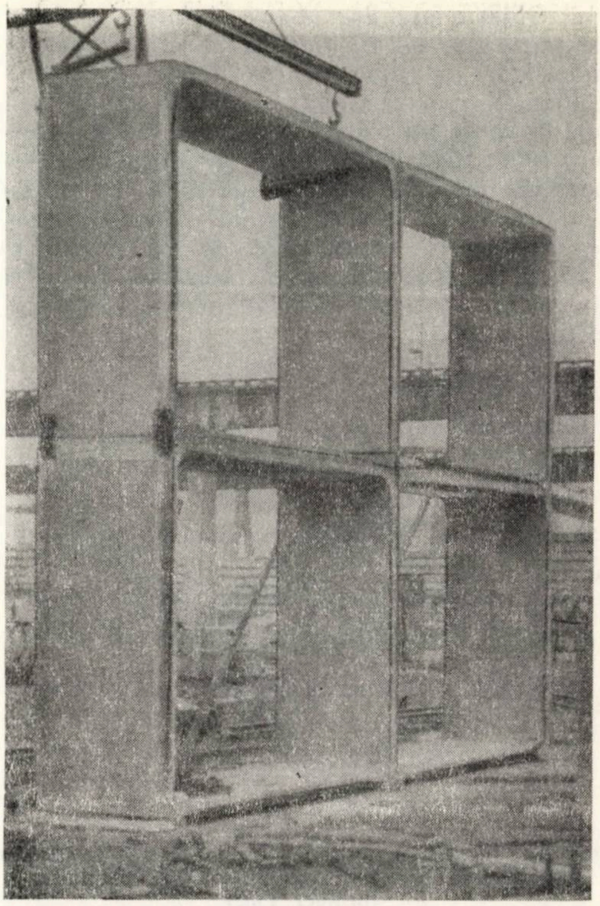


Fig. 10 — Montaj de probă pentru inelele de beton armat prefabricat, cu detaliul realizării îmbinărilor

zării şi folosirii obiectelor le va ocaziona. O soluţie cu cadre de beton armat şi închideri cu panouri sandviş de azbociment (proiect 3036) nedînd satisfacţie, s-a introdus în studiu posibilitatea folosirii elementelor liniare şi de suprafaţă din beton armat şi beton precomprimat (eventual beton uşor) ca soluţii de perspectivă pentru acest tip de obiecte de organizare de şantier.

b) *Obiecte cu o durată medie (între 3 şi 5 ani) de staţionare pe un amplasament şi cu posibilităţi medii de refolosire ($n = 3 \div 10$)* şi

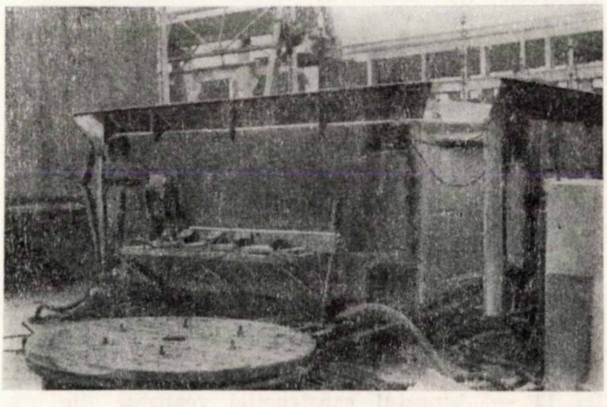


Fig. 11 — Tipar „cochilie“ metalic realizînd „inelele“ de beton armat prefabricat

c) *Obiecte cu o durată scurtă (între 1 și 3 ani) de staționare pe un amplasament și cu posibilități mari de refolosire (n = 10 ÷ 15)*

Primele construcții demontabile din înlocuitori de lemn au fost realizate tot în 1963 (proiect 1000, 1080, 1178) din elemente plane autoportante (panouri sandviș din PFL, ferme din scînduri bătute în cuie, fundații monolit). Aceste construcții, asamblabile pe un modul de 1,25 m, au fost executate industrial de unitățile M.I.L. în peste 100 000 m² suprafață construită anual.

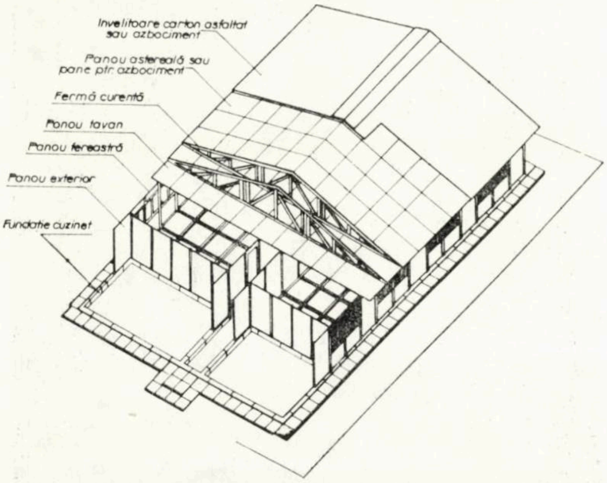


Fig. 12 — Schema asamblării elementelor pentru construcția realizată din înlocuitori de lemn (proiect 1563)

Avînd în vedere observațiile rezultate din folosirea acestor construcții, s-a realizat o variantă îmbunătățită prin prevederea de fundații prefabricate, simplificarea detaliilor de îmbinare, introducerea variantelor de învelitori din azbociment etc. (fig. 12—13). Astfel s-au obținut indici tehnico-economici superiori (pr. 1563).

În spiritul raționalizării consumului de lemn și al reducerii necesarului de teren agricol ocupat de coloniile muncitorești, este în curs de experimentare prototipul unei noi construcții social-culturale (pr. 2127), unde se folosește cadru metalic din tablă subțire la exterior și pereți cortină din PFL, placaj special de exterior, azbociment plan, plăci de azbociment cu polistiren tip Bîrsești, tablă ondulată etc.

Acest proiect (fig. 14—15—16), care urmează să înlocuiască construcția demontabilă din înlocuitori de lemn, folosește același modul de 1,25 m și permite etajarea.

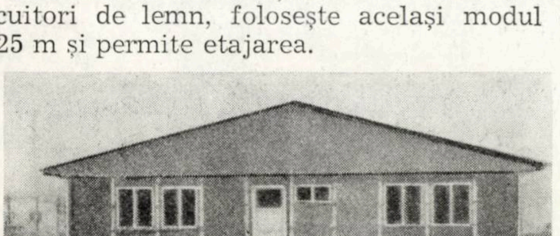


Fig. 13 — Aspectul construcției realizate din panouri autoportante din înlocuitori de lemn (proiect 1563)

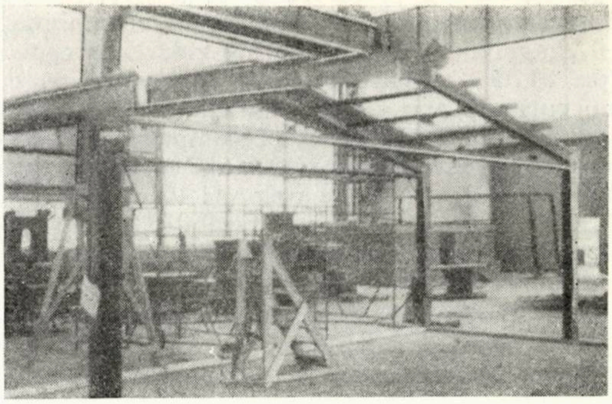


Fig. 14 — Cadru metalic din tablă subțire de 7,85 m deschidere în timpul încercărilor efectuate la INCERC (proiect 2127)

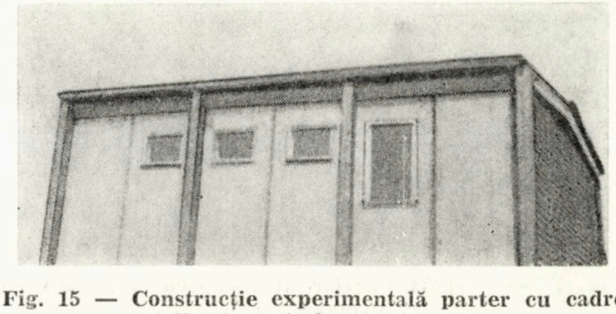


Fig. 15 — Construcție experimentală parter cu cadre metalice la exterior (proiect 2127)

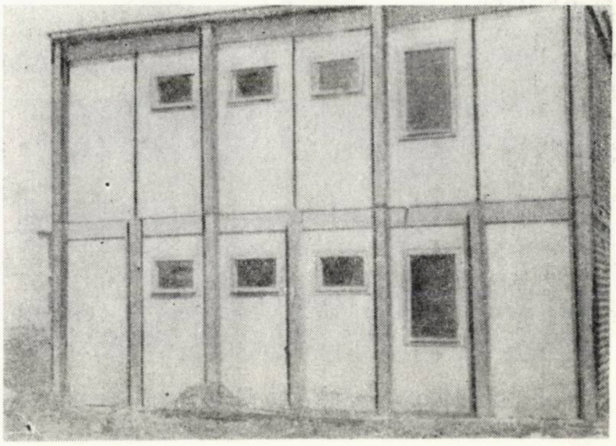


Fig. 16 — Construcție experimentală P+1 cu cadre metalice la exterior (proiect 2127)

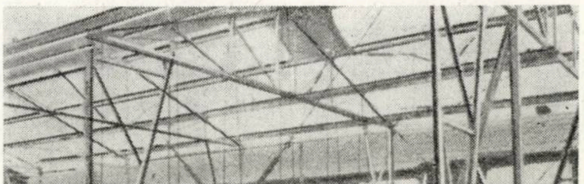


Fig. 17 — Cadru metalic al construcției extensibile (proiect 2105)

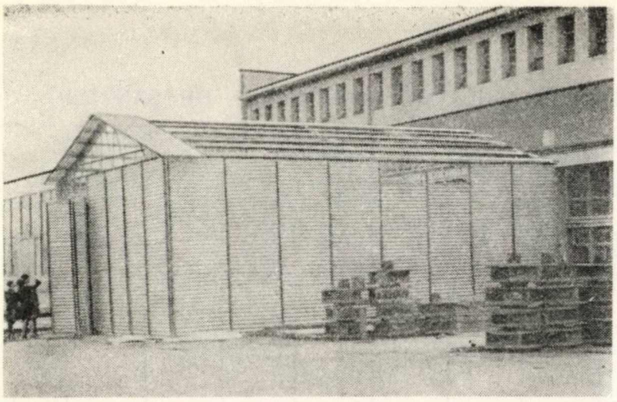


Fig. 18 — Magazie metalică demontabilă extensibilă (pr. 2105) de 9 m deschidere, în timpul montajului

Fig. 20 — Detaliul îmbinării la coamă a elementelor C2 folosite la rigle și montajul învelitorii pe pane (proiect 2105)

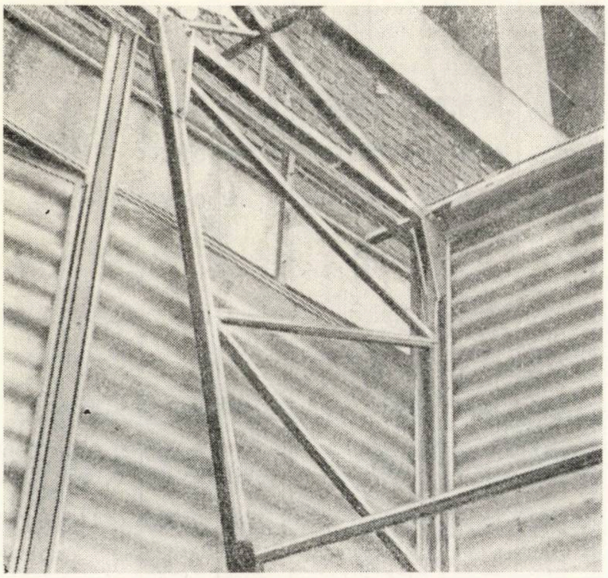


Fig. 19 — Detaliul îmbinării de colț a cadrului realizat din îmbinarea elementului C2 folosit ca montant și ca semiriglă (proiect 2105)

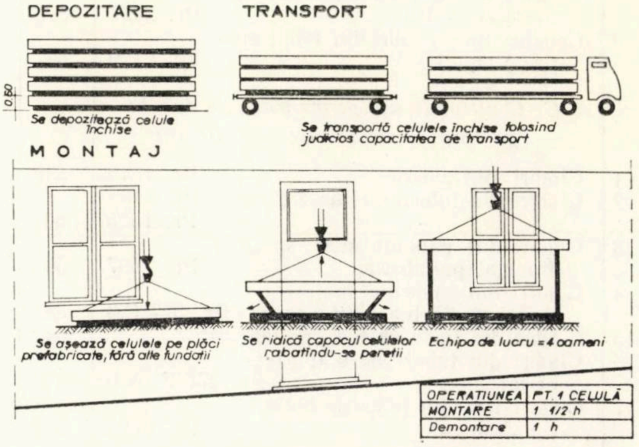


Fig. 22 — Schema depozitării, transportului și montajului celulei pliante (proiect 2107)

Fig. 21 — Aspectul interior al magaziei avînd 9 m deschidere și 4,5 m înălțime liberă (proiect 2105)

TABEL DE INDICI TEHNICO-ECONOMICI PENTRU CONSTRUCȚIILE DE ORGANIZARE DE ȘANTIER

Nr. crt.	DENUMIREA		Cost investiție lei	Număr reutilizări ani	Cost revenire pe un amplasament lei/m²	metal kg/m²	lemn m³/m²	Înlocuitori lemn m³/m²	Izolație m³/m²	Beton prefabr. m³/m²	Beton local monolit și armat m³/m²	Zidărie m³/m²
	I. CONSTRUCȚII SOCIAL- CULTURALE											
	A. Construcții de intervenție cu durata pe amplasament sub un an											
1	Celulă pliantă	Pr. 2107	1924	10	201	69,0	0,037	0,038	0,032	—	—	—
2	Celulă nedemontabilă bloc	Pr. 1612	1633	10	170	43,5	0,014	0,087	0,139	—	—	—
3	Celulă demontabilă	Pr. 7015	2100	10	235	66,6	0,290	0,067	0,105	—	—	—
	B. Construcții demontabile cu durata pe amplasament între 1 și 5 ani											
1	Construcție din panouri din înlocuitori de cherestea	Pr. 1563	543	6	147	2,9	0,124	0,037	0,110	0,046	—	—
2	Construcție cu cadre din tablă subțire Var. —P—	Pr. 2127	875	7	205	25,4	0,065	0,015	0,100	0,020	—	—
3	Construcție cu cadre din tablă subțire Var. - P+1	Pr. 2129	867	7	182	36,0	0,065	0,015	0,100	0,025	—	—
	C. Construcții semipermanente cu durata pe amplasament între 5 și 10 ani											
1	Clădiri din zidărie	Pr. 1242	555	3	328	9,4	0,025	—	—	—	0,250	0,280
2	Clădiri din înlocuitori de zidărie	Pr. 1469 Pr. 1525	307	3,5	245	4,3	0,068	—	—	—	0,200	0,250
3	Clădiri din panouri mari speciale din b.a. prefabricat	Pr. 7007	593	3	474	13,0	0,002	—	0,100	0,430	0,250	—
4	Clădiri din elemente spațiale tip „L" din b.a. prefabricat	Pr. 377/F.8	587	3	387	31,7	0,025	—		0,280	0,300	0,100
5	Clădiri din inele de b.a. prefabricat		542	3	192	15,4	0,007	—	0,010	0,250	0,050	0,002
6	Clădiri din tuburi de b.a. prefabricat	Pr. 377/F.13 b	572	3	436	28,5	0,002	0,005	—	0,160	0,170	0,050
7	Clădiri fixe din plăci de b.c.a. tip Craiova	Pr. 9003	572	1	572	21,6	0,009	0,0001	—	0,390	0,270	—
	II. CONSTRUCȚII AUXILIARE ȘI PENTRU DEPOZITARE											
1	Șopron 6 × 3 cu $H = 3,0$ m Var. metal	Pr. 2105	248	20	34,0	26,5	—	—	—	0,014	—	—
2	Șopron 6 × 3 cu $H = 3,0$ m Var. azbociment	Pr. 2105	188	15	41,7	17,1	—	—	—	0,014	—	—
3	Șopron 12 × 3 cu $H = 4,5$ m Var. metal	Pr. 2105	271	20	48,0	28,7	—	—	—	0,008	—	—
4	Magazie 6 × 3 cu $H = 3,0$ m Var. metal	Pr. 2105	432	20	40,6	46,3	—	—	—	0,010	—	—
5	Magazie 6 × 3 cu $H = 3,0$ m Var. azbociment	Pr. 2105	374	15	54,0	37,1	—	—	—	0,010	—	—
6	Magazie 12 × 3 cu $H = 4,5$ m Var. metal	Pr. 2105	413	20	37,0	44,5	—	—	—	0,006	—	—
7	Atelier izolat 6×3 cu $H = 3$ m Var. metal	Pr. 2105	541	20	49,4	55,7	—	—	0,040	0,010	—	—
8	Atelier izolat 6×3 cu $H = 3$ m Var. azbociment	Pr. 2105	490	15	65,20	40,7	—	—	0,040	0,010	—	—
9	Atelier izolat 12×3 cu $H = 4,5$ m Var. metal	Pr. 2105	574	20	48,5	51,1	—	—	0,030	0,006	—	—
10	Magazie autoportantă tablă cutată $d = 3,36$ m	Pr. 7018	343	20	54,8	77,2	—	—	—	—	—	0,140
11	Magazie autoportantă tablă cutată $d = 4,45$ m	Pr. 7018	711	20	51,2	69,0	—	—	—	—	—	0,110
12	Magazie autoportantă tablă ondulată $d = 4,87$ m	Pr. 7018	639	20	36,4	36,4	—	—	—	—	—	0,100

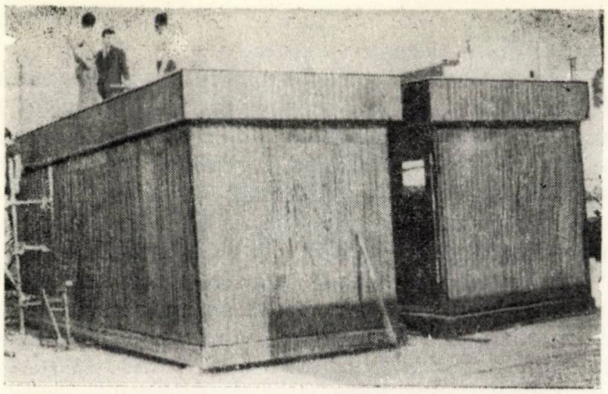


Fig. 23 — Celule pliante încercate la Uzinele „6 Martie" Timișoara (proiect 2107)

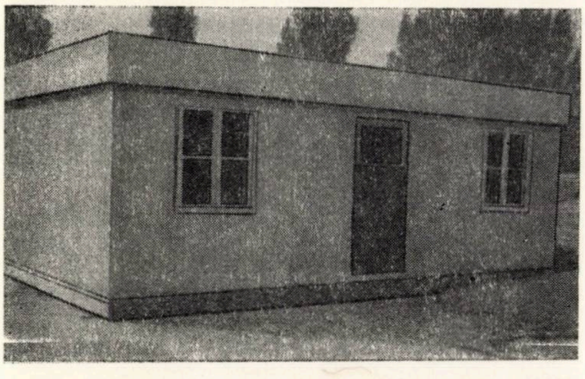


Fig. 24 — Aspectul grupului de două celule montate la Uzinele „6 Martie" Timișoara (proiect 2107)

Fig. 25 — Celula demontabilă în timpul manipulării „în pachet" (proiect 7015)

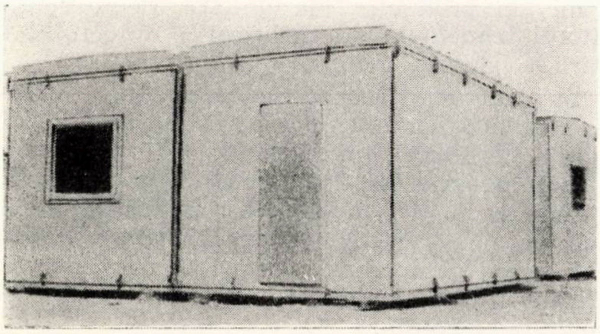


Fig. 26 — Aspectul unui grup de celule demontabile montate (proiect 7015)

Pentru șoproane, magazii neizolate și ateliere izolate, s-a realizat o construcție demontabilă extensibilă cu cadre avînd travee de 3 m și deschideri de 6 ; 9 și 12 m. Folosind profile din tablă subțire și închideri din tablă sau azbociment ondulat, construcțiile se pot realiza cu 3 sau 4,5 m înălțime liberă și cu sau fără copertine. Construcțiile (fig. 17, 18, 19, 20, 21) permit și compartimentări pe un modul de 1,50 m (pr. 2105). Performanțele deosebite tehnico-economice ale acestei construcții (doar 3 elemente deosebite de bază) au fost demonstrate pe deplin cu ocazia realizării capului de serie la Uzinele Ploiești-Teleajen.

Pentru magaziile necesare la punctele de lucru, s-au proiectat construcții speciale din tablă autoportantă ondulată (în plin cintru cu deschiderea de 4,85 m) și din tablă cutată (cu elemente în „L" avînd deschideri de 3,45 și 4,55 m). Lungimea acestor construcții este un multiplu al lățimii utile a tablei folosite (pr. 7018).

În perspectivă se prevede lărgirea gamei de aplicare a tipului de construcții metalice extensibile cu cadre (pr. 2105) la deschideri pînă la 21 m și studierea unor variante de construcții social-culturale folosind panouri mari autoportante din tablă. De asemenea, se va studia un adăpost cu schelet geodezic pentru lucru la intemperii sau pe perioada de iarnă.

d) *Obiecte cu o durată foarte scurtă (pînă la un an) de staționare pe un amplasament și cu posibilități foarte mari de refolosire* ($n > 15$).

Pentru șantierele liniare sau cazurile de intervenții și preluări de vîrfuri de efective s-a realizat și omologat la Uzina „6 Martie" din Timișoara prototipul pentru celula pliantă (Pr. 2107) avînd dimensiunile 2,50 m × 7,50 m, cu scheletul din metal și pereți cortină din tablă, placaj special tip „F" și PFL. Celulele permit o asamblare liniară sau în rînd dublu și o rapidă montare, pe lîngă o depozitare și un transport lesnicios (fig. 22).

Celulele permit realizarea de spații interioare mari și de compartimentări fără dublarea pereților (fig. 23—24). Se realizează și o celulă demontabilă (proiect 7015) care are pereții din panouri de azbociment și polistiren tip Bîrsești, sau din panouri sandviș (placaj special „F", vată minerală PFL). Prinse cu zăvoare speciale, panourile permit o asamblare ușoară și sigură, celulele putînd fi transportate și montate ca atare dar permițînd și o depozitare în pachet (fig. 25—26).

Celulele se pot asambla pentru diferite funcțiuni (dormitor, birou, vestiar etc.) sau se pot folosi izolat.

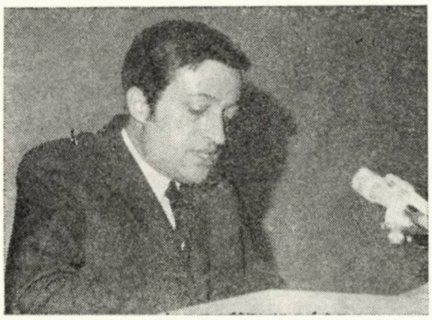
Tipul de celulă demontabilă a fost proiectat, încercat și realizat ca prototip de către INCERC. În fine, o celulă-bloc de dimensiuni importante (2,50 m × 11,50 m) va înlocui vechiul proiect al celulei TUG folosit în prezent. Pe lîngă indici de consum superiori,

această celulă are avantajul posibilității unei reale asamblări, în care caz vestibulul central devine culoar (proiect 1612).

În perspectivă se prevede realizarea unor celule funcționale (de dotație) de 2,50 m × × 5,0 m, avînd instalațiile definitiv montate și care urmează a fi folosite ca atare pe șantiere (la sol, sau etajat). De asemenea, se prevede realizarea unei „rulote pentru șantierele de construcții", care să corespundă cerințelor tehnice și sociale actuale.

Precizăm că sînt în curs de realizare o serie de studii care urmează să deschidă noi drumuri în proiectarea obiectelor de organizare de șantier (obiecte avînd un caracter special) prin introducerea unor materiale noi foarte ușoare ca aluminiul și rășinile sintetice.

Credem însă că această muncă va putea să-și dea roadele depline numai dacă prin crearea unei industrii a acestor obiecte demontabile se va realiza beneficiarul real al proiectelor noastre, care să fie interesat să impulsioneze atît introducerea noului (ca avînd eficiență tehnico-economică sporită), cît și adoptarea soluțiilor pe toate șantierele noastre de construcții-montaj. Numai în acest caz avem convingerea că în cea mai scurtă vreme vom reuși să vedem șantierele noastre organizate și dotate la nivelul tehnicii mondiale și a standardului actual de viață.



Ing. **ION NEAGU**
I.P.C.

OBSERVAȚII PRIVIND ORGANIZAREA ȘANTIERULUI ÎN CONDIȚIILE INDUSTRIALIZĂRII ACTIVITĂȚII DE CONSTRUCȚII-MONTAJ

Industrializarea construcțiilor înseamnă realizarea unui număr cît mai mare de activități cu mijloace de producție care tind spre un caracter fix.

Realizarea acestui deziderat presupune perfecționarea de detaliu a tuturor activităților a căror sumă înseamnă construcții-montaj. Prefabricarea construcțiilor este una din căile principale de industrializare a acestora. A ne rezuma numai la acest aspect al activității înseamnă, de fapt, a răspunde numai în parte la necesitatea obiectivă de industrializare a activității de construcții-montaj.

Eficiența economică a acestei activități este exprimată printr-o serie de indicatori tehnico-economici. Definirea corectă și adaptarea acestor indicatori la condițiile de industrializare a activității de construcții-montaj a devenit o chestiune de prim ordin. Astfel, la alegerea variantei de realizare a unui element de construcție, să zicem o grindă prefabricată, simpla comparație a consumului de material și manoperă necesare confecționării este nesatisfăcătoare.

În această comparație trebuie avute în vedere condițiile de dotare și caracterul mijloacelor de producție ale unității de execuție, fluxul tehnologic de realizare a obiectului la care se folosește grinda.

În cazul activității de construcții tradiționale, condițiile de dotare, caracterul mijloacelor de producție, fluxul tehnologic de realizare a construcțiilor erau relativ aceleași pentru anumite genuri de lucrări, iar simpla comparație a consumului de materiale, manoperă, utilaje, într-un cuvînt prețul de deviz a două variante de realizare a unui element sau obiect putea fi considerată acceptabilă.

Aprecierea costului în construcții-montaj numai cu ajutorul unor norme de deviz, care ex-

STRUCTURA PREȚULUI DE COST ȘI VÎNZARE ÎN ACTIVITATEA DE CONSTRUCȚII MONTAJ

$V = C + B$ ÎN CARE: V = Preț de vînzare; C = Preț de cost; B = Beneficiu			$V = \alpha + \beta + \gamma$ ÎN CARE: α	β	γ
Prețul de cost $C = Cm + Md + S + I$ ÎN CARE:			Elemente ale prețului de vînzare care depind liniar de cantitățile fizice de lucrări.	Elemente ale prețului de vînzare care depind de dinamica de realizare a investiției	Elemente ale prețului de vînzare care depind de structura demografică și amplasamentul investiției.
Cm = Costul materiilor prime, materiale semifabricate, furnituri care se montează			●		
Md = Manopera directă			●		
S REGIE DE SECȚIE	S1 - Consum de utilități (apă canal) necesare producției de bază		●		
S REGIE DE SECȚIE	S2 - Consumuri energetice (energie electrică, energie termică) necesare producției de bază		●		
S REGIE DE SECȚIE	S3 - Salarii muncitori auxiliari în producția de bază		●		
S REGIE DE SECȚIE	S4 - Salarii personal tehnico-administrativ legat direct de producție		●		
S REGIE DE SECȚIE	S5 - Amortismente pentru mașini de lucru, scule și dispozitive		●		
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	S6 - Costul amenajărilor necesare activității de C+M la obiect (platforme de lucru, eșafodaje etc.)		●		
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I1 - Consumuri de utilități și energie exclusiv cele destinate direct producției				
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I2 - Salarii personal T.A.			●	
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I3 - Amortismente pentru clădiri social-culturale			◐	◐
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I4 Amortisment pentru:	◦ Clădiri administrative		●	
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I4 Amortisment pentru:	◦ Clădiri pt. secțiile productive (producție secundară)		●	
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I4 Amortisment pentru:	◦ Căi de comunicație			●
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I4 Amortisment pentru:	◦ Instalații energetice și utilități		◐	◐
I REGIA DE ÎNTREPRINDERE	I5 - Cheltuieli de reparații și întreținere a mijloacelor fixe (exclusiv mașini de lucru, scule și dispozitive)			◐	◐
BENEFICIU			●		

Tabela 1

primă în condiţii medii de execuţie această valoare, nu mai poate fi considerată acceptabilă în procesul continuu de trecere de la o activitate economică, în care mijloacele de producţie au un caracter relativ mobil, la o activitate în care mijloacele de producţie tind spre un caracter fix.

Aceste aspecte obligă la adaptarea, în condiţiile activităţii de construcţii-montaj, a limbajului şi procedurii economice folosite în activitatea industrială.

În tabela 1 este prezentată structura preţului de cost şi de vînzare în activitatea de construcţii-montaj avînd la bază modelul din industrie.

În ipoteza acceptării acestui mod de grupare a elementelor preţului de cost, organigrama-bloc a unei unităţi de construcţii-montaj se poate prezenta ca în figura 1.

În condiţiile industrializării activităţii de construcţii-montaj noţiunea de *organizare a şantierului* capătă un caracter foarte larg.

În ultimă instanţă organizarea de şantier se ocupă cu prevederea, distribuirea, amplasarea şi evaluarea — în condiţii economice şi tehnice optime — a mijloacelor de producţie necesare realizării unei producţii de construcţii-montaj materializată în timp şi spaţiu.

Dacă pînă nu de mult activitatea de organizare a şantierului avea la bază numai experienţa practică, consemnată sau nu în scris, multitudinea de probleme, diferite ca domeniu, care apar în această activitate, obligă la fundamentarea teoretică a elementelor de generalitate în vederea definirii acestei discipline tehnice.

Întrucît problemele ridicate de organizarea şantierului sînt foarte complexe, credem că este greşit să se pretindă unui singur proiectant (înţelegînd prin *proiectant* chiar organizaţii de proiectare) să rezolve toate problemele o dată cu întocmirea proiectului de organizare, indiferent la ce grad de adîncire este elaborat (faza I, faza II).

Proiectul de organizare este, în definitiv, documentaţie de sinteză care întruneşte efortul de pregătire a investiţiei, a pregătirii producţiei de construcţii-montaj, la care participă în mod nemijlocit beneficiarul lucrării, proiectantul lucrării de bază şi antreprenorul general.

Documentaţia de execuţie pentru realizarea unui obiect de organizare nu se identifică cu

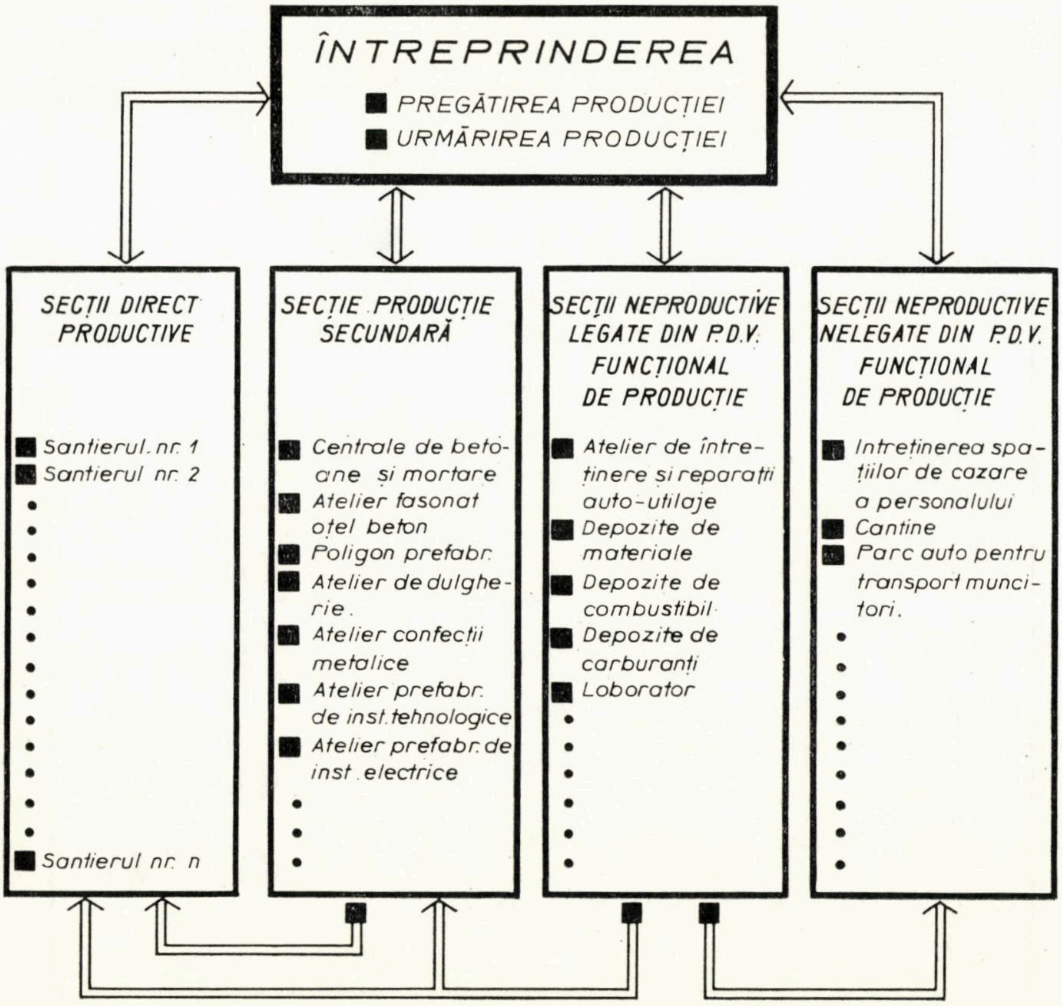


Fig. 1 — Schema bloc a întreprinderii de construcţii-montaj

MODUL DE PREZENTARE A DOCUMENTAȚIILOR DE EXECUȚIE REFOLOSIBILE DESTINATE ORGANIZĂRII DE ȘANTIER

	DESTINAȚIA DOCUMENTAȚIEI			CONȚINUTUL DOCUMENTAȚIEI
	Beneficiar	Executant	Furnizor	
VOLUMUL 1 SINTEZA	●	◐		■ Descriere funcțională. ■ Indicatori tehnico-economici ■ Instruct. de exploatare. ■ Programul de pregătire a producției în vederea realizării obiectului.
VOLUMUL 2 CONSTRUCȚII MONTAJ		●		■ Lista elementelor de furnitură cu toate datele de recunoaștere. ■ Lista elementelor de furnitură recuperabile. ■ Detalii de execuție. ■ Piese economice privind activitatea C + M
VOLUMUL 3 FURNITURA	●		●	■ Lista elementelor de furnitură cu datele necesare achiziționării ■ Lista elementelor de furnitură recuperabile ■ Detalii de execuție pentru elementele furniturii, nestandardizate sau pt. care nu există documentații refolosibile.

Tabela 2

proiectul de organizare, ci acoperă, din punct de vedere tehnic și economic, o prevedere a acestuia.

Prin natura problemelor pe care le tratează, proiectul de organizare este un document dinamic care suferă, în mod obiectiv, ajustări în timp. De unde și necesitatea ca întocmirea proiectului de organizare și adaptare să constituie preocuparea, în funcție de condițiile de moment, a unei subunități a antreprenorului general.

* * *

Pornind de la activitatea I.P.C. în proiectarea concretă a unor lucrări de organizare pe platformele industriale (Rîmnicu Vîlcea, Tîrgoviște, Tulcea), și în întocmirea documentațiilor de execuție pentru o serie de obiecte de organizare, vom prezenta cîteva aspecte din activitatea de organizare a șantierului.

1. Întocmirea proiectelor tip sau refolosibile pentru obiecte de organizare

Procesul de industrializare a construcțiilor duce în mod firesc și la reconsiderarea unor noțiuni. Dacă în activitatea de construcții tradiționale noțiunea de obiect de organizare era legată de o anumită construcție provizorie denumită generic baracă, astăzi această noțiune este legată tot mai mult de aspectele funcționale.

În definitiv, obiectele de organizare sînt realizate pentru a satisface în primul rînd o necesitate tehnologică sau organizatorică. De aici necesitatea de a considera obiect de organizare un complex de lucrări de construcții, instalații, montaj utilaj, care au ca scop satisfacerea unei nevoi tehnologice sau organizatorice în activitatea de construcții-montaj. Astfel, o baracă metalică, indiferent de sistemul constructiv, nu este un obiect de organizare ci o construcție care face parte dintr-un obiect, definit prin funcțiunea pe care o îndeplinește (atelier de confecții metalice, magazie de materiale cu rampă, centrală de aer comprimat etc.).

Ca urmare, acțiunea de tipizare a obiectelor de organizare este o acțiune complexă, care, pe lîngă partea de construcții, trebuie să rezolve partea de tehnologie și să determine în final indicatorii tehnico-economici caracteristici obiectului respectiv.

În acest sens se propune alcătuirea unor cataloage de obiecte de organizare, definite în sens funcțional și grupate astfel :

- obiecte de organizare productive ;
- obiecte de organizare neproductive, legate din punct de vedere funcţional de producţie ;
- obiecte de organizare neproductive, nelegate din punct de vedere funcţional de producţie.

Un alt aspect al activităţii de proiectare în problemele organizării şantierului este legat de forma şi conţinutul documentaţiilor.

Industrializarea activităţii de construcţii-montaj măreşte numărul unităţilor economice care concură la realizarea investiţiei. În cazul obiectelor de organizare, caracterul de demontabilitate adaugă mecanismului de execuţie cu mai multe unităţi economice şi pe cel al gestionării, montării, demontării, recondiţionării şi fabricării furniturii recuperabile.

Aceste particularităţi impun ca documentaţiile — cel puţin cele destinate organizării de şantier — să fie reconsiderate şi sub aspectul formei de prezentare.

În tabela 2 este prezentat un mod de alcătuire a documentaţiilor de execuţie pentru organizarea de şantier, care a fost aplicat în cadrul I.P.C., la şase proiecte refolosibile.

2. Stabilirea valorii obiectului de organizare pe un amplasament

Caracteristica esenţială a obiectelor de organizare este exprimată de relaţia : durata de exploatare pe un amplasament, mai mică decît durata totală de serviciu pînă la uzura fizică completă.

Dacă în cazul unui obiect cu caracter definitiv efortul de investiţie, investiţia specifică, durata de serviciu pînă la uzura fizică completă sînt suficiente în procesul de alegere şi proiectare a tipului de obiect, în cazul organizării de şantier numai aceşti indicatori economici nu sînt în măsură să satisfacă.

În acest sens credem că indicatorii tehnico-economici care pot sta la baza alegerii sau analizării eficiente a obiectelor de organizare sînt generaţi de următoarele mărimi economice :

F_0 — *efortul iniţial de investiţie ;*

F_i — *valoarea de finanţare pe un amplasament ;*

F — *efortul total de investiţie pînă la uzura fizică completă.*

F_0 — *efortul iniţial de investiţie* cuprinde totalitatea cheltuielilor necesare realizării şi punerii în funcţiune a obiectului pe primul amplasament. Aceste valori raportate la capacitatea de producţie sau unitatea de folosinţă reprezintă investiţia specifică iniţială.

F_i — *valoarea de finanţare pe un amplasament* se defineşte ca valoare de investiţie corespunzătoare funcţionării pe un amplasament şi pe o durată de timp a obiectului respectiv.

Valoarea de finanţare pe un amplasament este de fapt valoarea care ar trebui înregistrată în lista de evaluare a lucrărilor de organizare pentru un anumit caz concret.

Pentru stabilirea acestei mărimi se propun următoarele relaţii de calcul :

$$F_i = A + B\,N_i \tag{1}$$

în care

F_i este valoarea de finanţare pe amplasamentul i ;

A — valoarea corespunzătoare părţii de obiect nerecuperabile plus cheltuielile ocazionate de demontarea şi recondiţionarea furniturii recuperabile (lei) ;

B — valoarea amortismentului anual al furniturii recuperabile (lei) ;

N_i — durata de serviciu pe amplasamentul i (ani).

Dacă efortul iniţial de investiţie se exprimă prin relaţia

$$F_0 = R + K \tag{2}$$

F_0 este efortul iniţial de investiţie (lei) ;

R — valoarea furniturii recuperabile (lei) ;

K — valoarea nerecuperabilă după demontare (lei) ;

şi dacă se notează cu :

K_1 — valoarea demontării întregului obiect ;

K_2 — valoarea recondiţionării furniturii recuperabile ;

β — durata medie de serviciu a furniturii recuperabile pînă la uzură fizică completă, relaţia (1) devine :

$$F_i = F_0 + K_1 + K_2 - R\left(1 - \frac{N_i}{\beta}\right) \tag{3}$$

F — *efortul total de investiţie pînă la uzura fizică completă.* Această mărime se defineşte ca sumă a valorilor de finanţare pe n amplasamente a căror durată însumată este egală cu durata convenţională corespunzătoare uzurii fizice complete a obiectului.

Cu ajutorul acestei mărimi putem obţine informaţii asupra numărului maxim de amplasamente pe care se poate folosi obiectul în condiţii economice.

Pe baza relaţiilor de calcul al valorii de finanţare pe un amplasament, se poate scrie relaţia :

$$F = nF_0 + (n-1)(K_1 + K_2) - R\sum_{1}^{n}\left(1 - \frac{N_i}{\beta}\right) \tag{4}$$

în care

F — efortul total de investiţie pînă la uzura fizică completă a furniturii recuperabile ;

n — numărul total de amplasamente pe care se foloseşte obiectul pînă la uzura fizică completă a furniturii recuperabile.

Cînd duratele de serviciu N_i sînt egale cu cele din amplasamente, adică : $N_i = \frac{\beta}{n}$ relaţia devine :

$$F = nF_0 + (n-1)\,(K_1 + K_2 - R). \tag{5}$$

În figura 2 sînt prezentate cele trei mărimi economice pentru cazul concret al centralei de betoane *SBMS-35* cu depozit la sol.

F_0 - Efortul initial de investiție - 1.457.200 lei
$\mathring{R}$ - Valoarea furniturii recuperabile după demontare - 1.324.654 lei.
- Indicele de recuperare a furniturii - 0.91
F_i - Valoarea de Finanțare pe un amplasament

$$F_i = 183.046 + 112.127\ Ni \quad \text{lei.}$$

F - Fondul total de investiție pînă la uzura fizică completă a furniturii

$$F = 188.046\,n + 1.274.154 \quad \text{lei}$$

Q_{an}-Volumul productiei anuale de beton m.c variază în funcție de fondul de timp

INVESTIȚIA SPECIFICĂ - LEI/M.C. BETON PREPARAT

	Fond de timp anual		
	2400 ore	3000 ore	3600 ore
LEI INVESTITIE INITIALĂ 1 M.C. BETON/AN	38,5	33,0	27.0

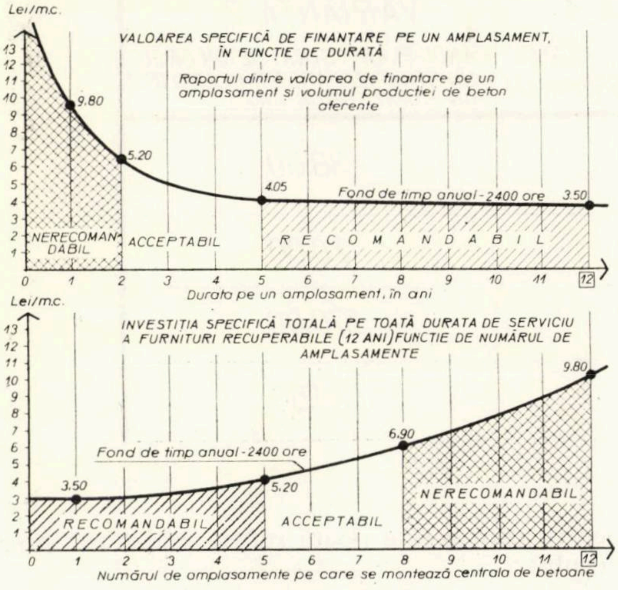


Fig. 2 — Indicatorii tehnico-economici ai centralei de betoane SBMS-35 **cu depozit la sol (proiect I.P.C. 7023)**

Indicatorii tehnico-economici specifici au fost calculați în ipoteza atingerii parametrilor medii de producție (38 000 m^3/an pentru un fond de timp de 2400 ore/an).

Pentru anumite condiții de amplasament, durată de serviciu, cantitate de betoane care trebuie produsă, analiza critică a indicatorilor tehnico-economici, a mai multor tipuri de centrale de betoane constituie singurul criteriu științific de alegere a tipului de centrală.

Din analiza gamei de situații concrete care pot apare, admițînd niște valori medii ale indicatorilor tehnico-economici, se pot crea premisele stabilirii unor parametri sintetici limită în proiectarea diferitelor subansambluri ale obiectului.

Pentru a epuiza complet exemplificarea făcută, în figura 3 este prezentată structura prețului de cost pentru prepararea unui metru cub de beton cu ajutorul centralei de betoane *SBMS-35* cu depozit la sol, în funcție de fondul de timp anual și de durata de funcționare pe un amplasament.

3. Influența parametrilor tehnico-economici ai producției secundare asupra prețului de cost al produselor

În proiectarea obiectelor de organizare cu caracter productiv avînd la bază programul de producție stabilit prin temă se stabilesc indicatorii economici respectivi.

În condițiile respectării programului de producție avut în vedere la proiectarea obiectului, indicatorii tehnico-economici realizați au, în general, abateri mici față de cei proiectați.

În practica de proiectare a subansamblurilor sau reperelor, care urmează a fi realizate în condiții industriale, se pune problema stabilirii prețului probabil de fabricație al acestora.

În producția secundară, relativ apropiată de producția industrială, elementele prețului de cost pot fi grupate în două categorii :

a) Elemente care depind de activitatea economică de ansamblu, regia secției și a întreprinderii.

b) Elemente care depind de cantitățile de materiale și de forța de muncă.

Dacă cheltuielile legate de consumul de materie primă și manoperă directă pot fi apreciate cu ușurință, cheltuielile de regie ale secției și întreprinderii aferente produsului comportă unele discuții.

Pe de altă parte, durata de fabricație a sortimentului poate fi apreciată prin analiza, la masa de montaj, a filmului tehnologic.

Problema care se pune este aceea de a găsi criteriul de stabilire a cotei din regia secției și întreprinderii în funcție de durata totală de fabricație și de spațiul ocupat de produs în această perioadă.

Pornind de la ipoteza asigurării parametrilor economici proiectați, valoarea cheltuielilor de regie ale secției și întreprinderii poate fi exprimată sub forma unei chirii pe unitate de folosință și de timp.

În cazul poligoanelor sau atelierelor de prefabricate, acest indicator se prezintă astfel : lei cheltuieli pentru regia secției și întreprinderii/m^2 pistă de fabricație și oră.

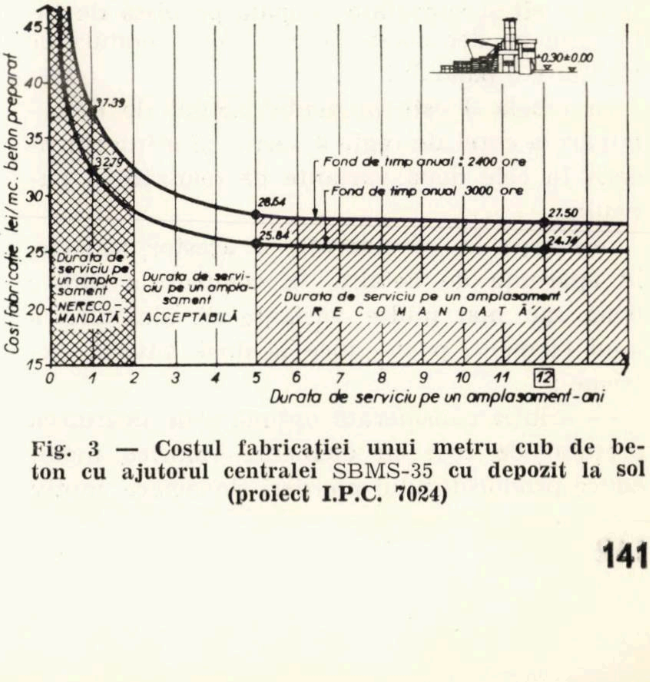


Fig. 3 — Costul fabricației unui metru cub de beton cu ajutorul centralei SBMS-35 **cu depozit la sol (proiect I.P.C. 7024)**

STABILIREA REGIEI DE SECȚIE ȘI ÎNTREPRINDERE ÎN FUNCȚIE DE TIMPUL DE FABRICAȚIE ȘI SUPRAFAȚA OCUPATĂ DE PISTA DE FABRICAȚIE

LOCUL DE FABRICAȚIE-ATELIER PREFABRICATE RĂZBOIENI

REGIA DE SECȚIE + REGIA DE ÎNTREPRINDERE SPECIFICĂ = 0,75 LEI / m² PISTA DE FABRICAȚIE / ORĂ

DENUMIREA PRODUSULUI: PANOU DE ÎNCHIDERE 6 × 3 m

	VARIANTA 1	VARIANTA 2
MODUL DE ALCĂTUIRE	PANOU PLAN-1 STRAT DIN BETON DE GRANULIT	PANOU PLAN-1 STRAT BETON GREU -UN STRAT IZOLAȚIE TERMICĂ DIN BCA -UN STRAT BETON GREU
Suprafata ocupată pe pista de fabricatie inclusiv spatii de circulatie si lucru m²	35,00	38,00
Tipul de ocupare a pistei de fabricatie ore	12,00	20,00
Regia de sectie si întreprindere aferentă unei piste lei	315,00	570,00
Regia de sectie si întreprindere pe m² de panou lei/m²	17,50	31,50

Tabela 3

Pentru cazul particular al atelierului de prefabricate Războieni, acest parametru economic are valoarea de 0,75 lei/m² pistă/oră.

Să presupunem că dorim să comparăm, din punct de vedere al prețului probabil de fabricație, două variante de alcătuire a unui panou de fațadă de 6 × 3 m.

În prima variantă, panoul este realizat din beton de granulit într-un singur strat.

În a doua variantă, panoul se realizează din trei straturi : două din beton greu și un strat de izolație termică din beton celular autoclavizat.

Datorită tehnologiei de fabricație diferite, atît timpul cît și suprafața ocupată pe pista de fabricație se deosebesc la cele două moduri de alcătuire a panoului.

În tabela 3 este prezentat modul de determinare a cotei de regie a secției și a întreprinderii în cele două variante de realizare a panoului.

Neluarea în considerație a acestor aspecte, în aparență de detaliu, în comparația dintre două sau mai multe variante de alcătuire a unui element, poate duce la două situații extreme :

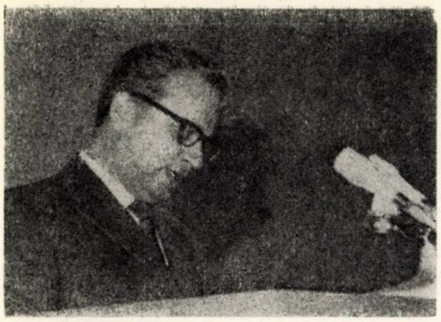
— soluția considerată optimă prin alcătuirea prețului de cost cu elemente valorice medii aduce producătorului pierderi financiare, motiv pentru care acesta poate refuza realizarea produsului ;

— proiectantul acceptă valoarea reală de fabricație mai mare decît cea folosită în alegerea soluției, eliminînd în acest mod varianta optimă de realizare a produsului.

4. Concluzii

- Organizarea de șantier, în condițiile industrializării activității de construcții-montaj, devine o disciplină tehnică de sine stătătoare, în ciuda diversității problemelor pe care le ridică.
- Acțiunea de tipizare a obiectelor de organizare, definite sub aspect funcțional, constituie una din căile de modernizare a unei părți importante a mijloacelor de producție din activitatea de construcții-montaj.
- Reducerea cheltuielilor de organizare este, în ultimă instanță, rezultanta a două acțiuni principale :
  — exploatarea intensivă a obiectelor de organizare ;
  — reducerea costului obiectelor de organizare pe unitatea de folosință.

Realizarea acestui deziderat nu poate fi decît rezultatul cumulat al activității de cercetare, proiectare și execuție în acest domeniu.



Ing. ȘTEFAN BUSUIOC
I.P.C.

ASPECTE PRIVIND REALIZAREA PREFABRICATELOR ÎN POLIGOANE DE ȘANTIER

Printre măsurile preconizate pentru realizarea volumului sporit de construcții prevăzut în perioada 1971—1975, un rol important îl au acelea referitoare la :

— folosirea largă a prefabricatelor pentru elementele structurii de rezistență și de închidere ;

— limitarea lucrărilor din beton monolit numai la lucrările tehnologice specifice și la construcții unicat ;

— mărirea gradului de industrializare a execuției lucrărilor pe șantiere în scopul eliminării sistemelor tradiționale, mari consumatoare de timp și de manoperă.

Pînă la introducerea pe scară industrială a unor noi materiale ușoare și eficiente din polistiren armat, sticlă etc., folosirea prefabricatelor din beton armat în realizarea construcțiilor industriale va trebui să cunoască o creștere importantă față de realizările obținute pînă în prezent.

În anul 1971 se urmărește ca cel puțin 40% din volumul de beton armat ce se va pune în operă de către unitățile de construcții din cadrul M.C.Ind. să fie prefabricat uzinat sau realizat pe poligoane de șantier, tinzîndu-se prin aceasta ca indicele de folosire a prefabricatelor să ajungă la 80 m^3/mil. Față de indicele realizat în 1970, de 64 m^3 beton prefabricat la un milion de lei construcții-montaj, cifra planificată pe anul 1971 reprezintă o creștere de 25%.

Pentru rezolvarea acestui deziderat, deoarece industria republicană de prefabricate acoperă doar în parte necesarul, Institutul de Proiectare pentru Construcții, pe baza studiilor întocmite în colaborare cu INCERC, a elaborat o serie de soluții tehnice în cadrul proiectului nr. 7013, cu scopul de a pune la dispoziția organizațiilor de construcții-montaj datele necesare întocmirii proiectelor de execuție a unor poligoane de șantier cu capacități de 5 000—10 000 m^3/an, potrivit necesităților imediate și de perspectivă în condițiile lor specifice de amplasament, finanțare și nivel tehnic.

Proiectul prezintă soluții tehnice pentru secțiile productive, auxiliare și anexe, în care se desfășoară procesul tehnologic de confecționare a prefabricatelor din beton armat și beton precomprimat pe poligoanele de șantier, în variantele de aprovizionare a materiei prime pe calea ferată sau cu mijloace auto.

Producția acestor poligoane se va axa pe execuția acelor elemente prefabricate care se realizează în condiții mai avantajoase din punct de vedere economic în funcție de posibilitatea asigurării lor din industria republicană.

Aceste unități de producție ar urma să satisfacă în principal nevoile șantierelor referitoare la :

— elementele de închidere pentru hale industriale în vederea înlocuirii zidăriilor de umplutură ;

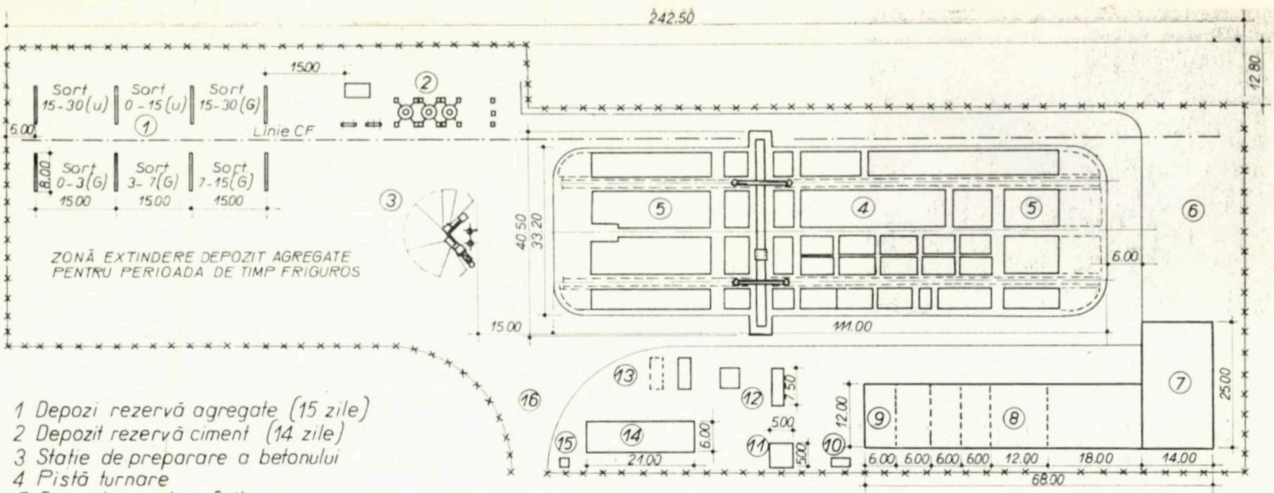
— diverse prefabricate de serie mică sau necuprinse în nomenclatorul de producție al unităților republicane și în special cele referitoare la realizarea organizării de șantier ;

— comenzile de vîrf pe care nu le pot prelua unitățile industriale la termenele impuse prin graficele de execuție.

Producția de mare serie rămîne a fi satisfăcută de întreprinderile industriei republicane.

Datorită marii varietăți a produselor ce urmează a se realiza, poligonul proiectat se caracterizează prin următoarele :

- amplasament în apropierea locului de montaj în cadrul marilor platforme industriale ;
- termen scurt de realizare (2,5—3 luni) prin folosirea de soluții constructive cu un grad mare de demontabilitate și recuperabilitate ;
- posibilitatea de execuție a unei game largi de prefabricate prin existența unei mari elas-

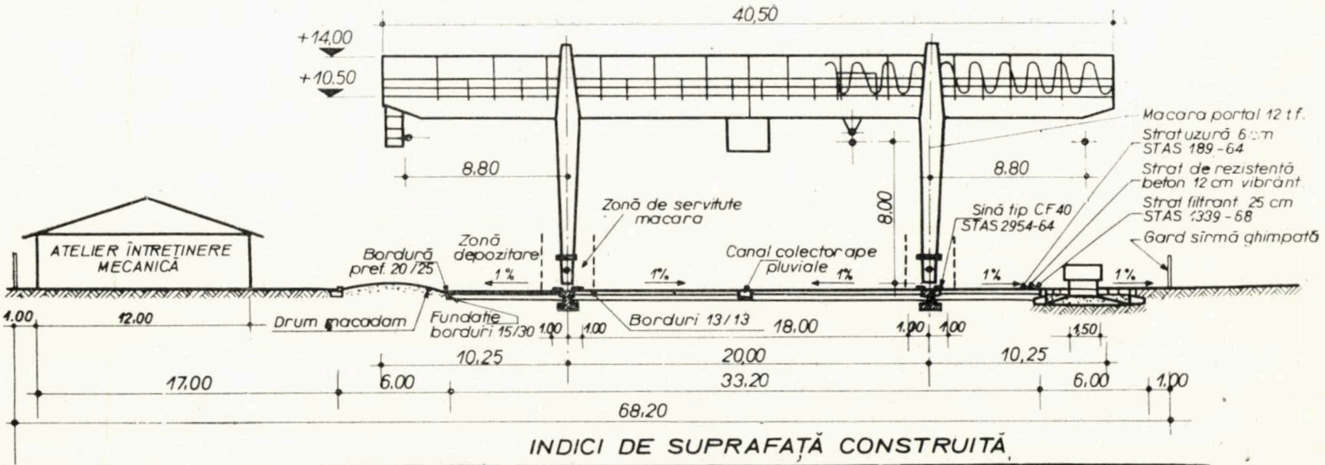


1 Depozi rezervă agregate (15 zile)
2 Depozit rezervă ciment (14 zile)
3 Stație de preparare a betonului
4 Pistă turnare
5 Depozite produse finite
6 Depozite materiale
7 Platformă depozitare, debitare, îndreptare oțel beton
8 Ateliere armături, dulgherie, lăcătușerie, întreținere
9 Magazie sopron
10 Post trafo
11 Castel apă
12 Centrală termică provizorie de șantier tip „Petrol"
13 Rezervoare combustibil
14 Birouri, laborator, vestiare
15 Cabină portar
16 Drum acces

Se poate utiliza și centrala termică provizorie tip „Poiana"

DENUMIRE OBIECT	Poziție plan situație	Capacitate 10.000 m3/an Suprafața necesară	Capacitate 5.000 m3/an Suprafața necesară
Depozit rezervă agregate	1	2000 m^2	1000 m^2
Zonă extindere depozit agregate (tim friguros)		1800 "	900 "
Depozit rezervă ciment	2	750 "	750 "
Stație preparare a betonului + platforma deschisă	3	800 "	800 "
Pista de fabricație	4 + 5	3520 "	1760 "
Depozit materiale	6	850 "	850 "
Platformă depozitare, debitare, îndreptare oțel beton	7	350 "	350 "
Ateliere armături, dulgherie, lăcătușerie întreținere + magazie	8 + 9	650 "	650 "
Post trafo	10	6 "	6 "
Castel apă	11	25 "	25 "
Centrala termică + rezervoare combustibil	12 + 13	375 "	375 "
Birouri, locotractoare, vestiare	14	130 "	130 "
Cabină portar	15	4 "	4 "
Drum acces	16	500 "	500 "
Drumuri și platformă interioară		5800 "	2200 "
TOTAL		17560 "	10300 "

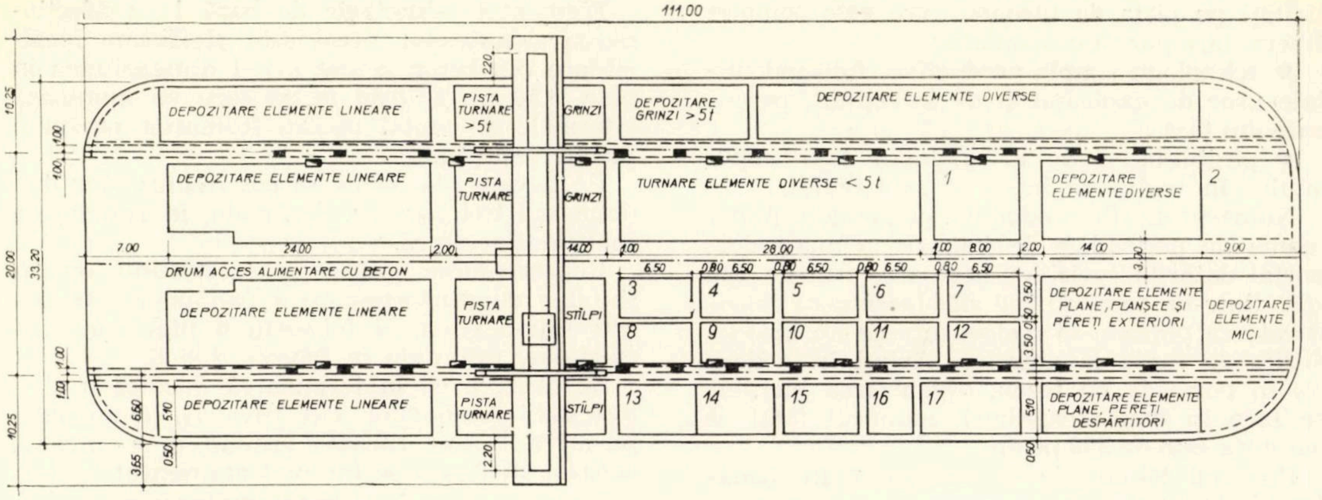
Fig. 1



INDICI DE SUPRAFAȚĂ CONSTRUITĂ

POLIGON DE ȘANTIER CU CAPACITATEA ANUALĂ DE: m^3/an	PISTA DE TURNARE		DEPOZIT PRODUSE FINITE PENTRU 20 ZILE		OBSERVAȚII
	COEFICIENT MEDIU DE PRODUCTIVITATE-PISTA PENTRU SORTIMENTELE DIN PR. IPC NR. 7004	SUPRAFAȚA NECESARĂ m^2	COEFICIENȚI MEDII DE DEPOZITARE PE ELEMENTE DIN PR. IPC NR. 7004	SUPRAFAȚA NECESARĂ m^2	
1	2	3	4	5	6
5.000	10.6 m^3/m^2- an	470	Liniare, Plane, Diverse } 5.5 m^3/m^2an	910	
7.000	10,5 m^3/m^2- an	610	Liniare, Plane, Diverse } 5.7 m^3/m^2an	1.230	
10.000	13,0 m^3/m^2- an	762	Liniare, Plane, Diverse } 6.0 m^3/m^2an	1.636	

Fig. 2

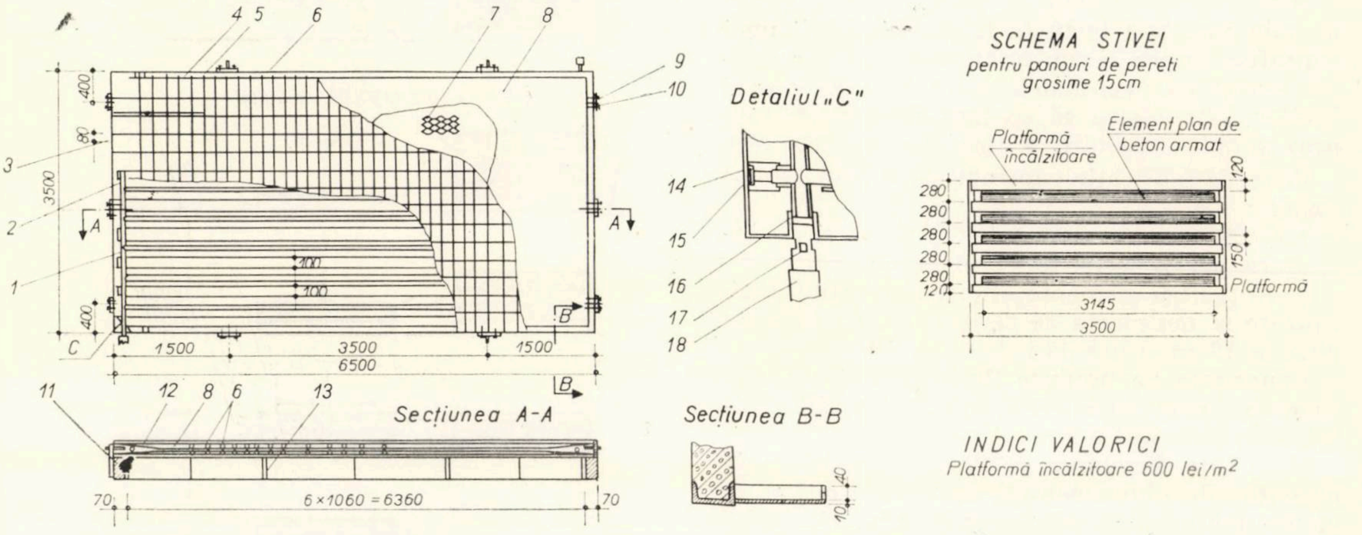


- ▭ CĂMIN, ABUR, APĂ, AER COMPRIMAT
- ▬ TABLOU FORȚĂ

1 TURNARE ELEMENTE DIVERSE PE MASA VIBRANTĂ DE 5 t.
2 DEPOZITARE ELEMENTE MICI DE BETON MONOLIT
3 TURNARE ELEMENTE PLANE PEREȚI EXTERIORI
4 POST AȘTEPTARE
5 TURNARE ELEMENTE PLANE PEREȚI DESPĂRȚITORI
6 TURNARE ELEMENTE PLANE PLANȘEE
7 POST AȘTEPTARE
8 SPAȚIU RECTIFICARE PEREȚI
9 DEPOZITARE PEREȚI EXTERIORI
10 SPAȚIU RECTIFICARE PEREȚI DESPĂRȚITORI
11 DEPOZITARE PEREȚI DESPĂRȚITORI
12 DEPOZITARE PLANȘEE
13 DEPOZITARE PEREȚI EXTERIORI
14 DEPOZITARE PEREȚI EXTERIORI
15 DEPOZITARE PEREȚI EXTERIORI
16 DEPOZITARE PEREȚI DESPĂRȚITORI
17 DEPOZITARE PLANȘEE

Fig. 3

PLATFORMA ÎNCĂLZITOARE PT. TURNAREA ELEMENTELOR PLANE



INDICI VALORICI

Platformă încălzitoare 600 lei/m²

INDICI DE CONSUM MATERIALE

NR. CRT.	DENUMIREA MATERIALULUI	U/M	CANTITATEA
1	Beton B 300	kg	4800
2	Mozaic	kg	700
3	Armătură	kg	540
4	Țeavă	kg	170
5	Laminate tablă	kg	535
6	Lemn de brad	kg	40
7	Elemente de legătură	-	-
8	Standardizate	kg	22
9	Diverse	kg	25
	Total	kg	6832

1 Armătură longitudinală interioară.
2 Registru de țevi.
3 Ramă.
4 Armătură longitudinală de margine.
5 Armătură transversală.
6 Armături.
7 Strat de mozaic 15 cm. grosime.
8 Împletitură.
9 Șurub M 27×75
10 Plăcuță.
11 Margine.
12 Plăci de beton.
13 Rigidizare.
14 Piuliță racord.
15 Dop filetat cu locaș hexagonal M 25×2
16 Piuliță racord.
17 Ștuț.
18 Tub de produse petroliere R 5-50

Fig. 4

ticități pe pista de turnare, care este complet liberă, fără poziții comandate ;

- tehnologii simple productive, folosind utilaje ușor de exploatat și de întreținut, procurate din țară ;
- posibilitatea de a se lucra tot timpul anului în regim de lucru al șantierului.

Numărul de zile productive pe poligon, ținînd seama de perioadele de stagnare a macaralei-portal datorită reviziilor necesare, este de 224 zile dintr-un total de 260 zile lucrătoare considerate ca putîndu-se realiza într-un an în condițiile de lucru la exterior. Avînd în vedere că, în perioada de sezon, organizarea lucrului se face în două schimburi, numărul total al acestora este de 388 pe an.

Procesul tehnologic se desfășoară în următoarele compartimente :

S e c ț i i p r o d u c t i v e : gospodăria de betoane, atelierul de armături, atelierul de confecții metalice, atelierul de cofraje, liniile tehnologice de producție, depozitul de produse finite ;

S e c ț i i a u x i l i a r e : atelierul de întreținere, depozitul de materiale diverse, centrala termică ;

S e c ț i i a n e x ă : laborator, grup administrativ.

În funcție de condițiile de amplasare a poligonului, acesta poate cuprinde toate sau numai o parte din secții, procesul tehnologic în cadrul liniilor de producție rămînînd neschimbat, indiferent de modul de dotare.

Rezolvarea de plan și tehnologică a pistei de fabricație s-a făcut în ideea asigurării unei suprafețe libere, cu un pronunțat caracter elastic, astfel ca eventualele schimbări în cadrul liniilor tehnologice să se facă fără dificultăți, prin simpla înlocuire a tiparelor de formare.

Pista de fabricație cuprinde două linii tehnologice :

a — pentru elemente plane : panouri de închidere, pereți despărțitori, planșee ;

b — pentru elemente liniare și de suprafață, tipizate și netipizate de serie mică, cu lungimi pînă la 18 m și greutăți de max. 10 tone.

Depozitele de produse finite sînt dispuse la capetele pistei de turnare, existînd astfel posibilitatea dezvoltării lor.

Modul de dispunere pe pistă a pozițiilor de execuție ale diverselor elemente este arătat în planșa tehnologică de ansamblu (fig. 3).

Producția de vîrf în sezon se prezumează la 60 m^3/zi (respectiv 30 m^3/schimb) și corespunde capacității de lucru a macaralei-portal de 12,5 tf.

Pentru realizarea elementelor s-au prevăzut următoarele tehnologii principale :

I. Tehnologia de execuție pe platforma încălzitoare din beton armat cu elementele suprapuse în stivă ;

II. Tehnologia de execuție folosind tipare încălzitoare metalice sau de beton armat (matrițe).

Elementul tehnologic de bază la confecționarea elementelor plane este platforma încălzitoare din beton armat avînd dimensiunea în plan 6,50 m × 3,50 m pe care se montează lateralele de metal pentru formarea panoului prefabricat (fig. 4).

Pe fiecare platformă se pot realiza simultan două sau trei panouri de fațadă, în funcție de înălțimea acestora.

Reprezentarea grafică a succesiunii operațiunilor de confecționare a panourilor de pereți într-o stivă ce folosește 6 platforme încălzitoare este dată în figurile 5 și 6.

Se observă că la terminarea decofrării și a evacuării panourilor din stiva A, elementele pe stiva B sînt turnate urmînd a se încheia această stivă și a se începe tratamentul termic.

Timpul necesar confecționării unui panou exterior este în medie de 0,30 ore/m^2.

Noua tehnologie de turnare a elementelor plane (pereți exteriori de închidere etc.) în stive folosind platformele de beton încălzitoare tip INCERC prezintă o serie de avantaje dintre care menționăm :

— consum de metal redus cu cca. 50—70% față de sistemul tiparelor metalice basculante ;

— productivitatea sporită pe suprafață de turnare ;

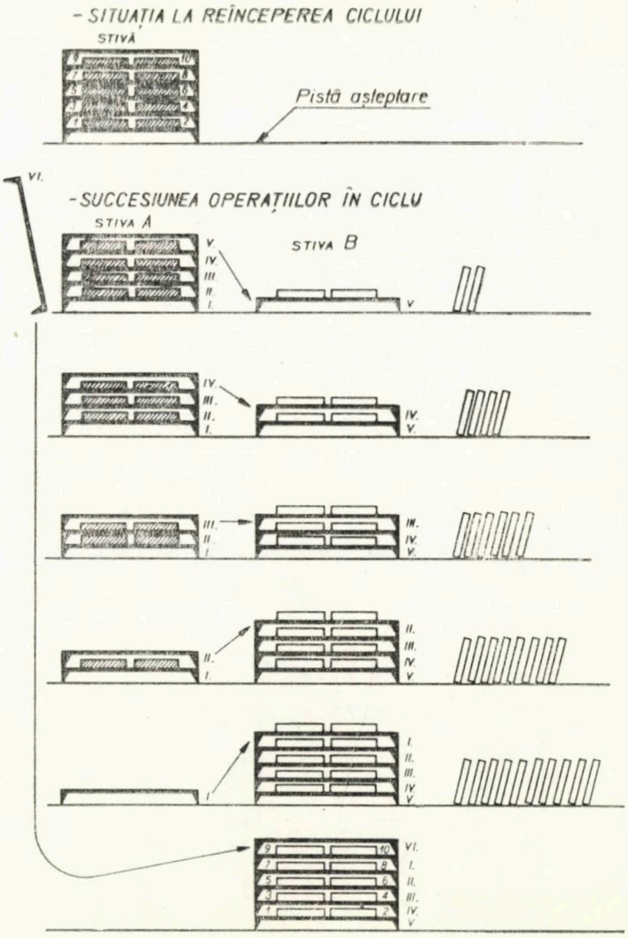


Fig. 5

— eliminarea lucrărilor de construcţii auxiliare ca : fundaţii, rame, sisteme de basculare.

Tehnologiile adoptate pentru elementele liniare se referă la execuţia acestora din beton armat şi beton precomprimat cu armătura postîntinsă.

În cazul cînd necesităţile de preluare a vîrfurilor de producţie ar impune şi executarea elementelor din beton precomprimat cu armătura preîntinsă, trebuie menţionat că acest lucru este posibil prin folosirea tiparelor încălzitoare metalice purtătoare (autoportante) şi a aparatajului de precomprimare necesar care, eventual, se pot închiria de la întreprinderile republicane pentru o anumită perioadă de timp.

Utilităţile necesare (abur, apă, aer comprimat, energie electrică) sînt asigurate de o serie de cămine la care se racordează conductele de alimentare ce sînt pozate în canalele semivizitabile practicate în fundaţiile căii de rulare a macaralei-portal de 12,5 tone.

Depozitul de produse finite s-a dimensionat pentru o durată de 20 de zile, ţinîndu-se seama de necesitatea aşezării elementelor în stive, pe cant, suprapuse etc.

Structura pistei depozitului s-a rezolvat la fel ca cea a pistei de turnare, pentru a putea fi utilizată şi la turnarea elementelor prefabricate în perioada cînd activitatea de montaj a şantierului ar cere acest lucru.

În ce priveşte dotarea, s-au analizat variantele :

- poligoane independente avînd toate deservirile necesare asigurării producţiei de 10 000 m³/an de prefabricate şi cu posibilitatea realizării unui volum de 25 000 m³ de beton marfă/an pentru acoperirea nevoilor şantierelor sau a unor beneficiari din zonă, atunci cînd acest lucru ar fi solicitat ;
- poligoane încorporate, cu asigurarea betonului şi a aburului tehnologic din exterior sau cu staţie de betoane proprie şi cu aburul tehnologic asigurat de la o sursă exterioară.

Variantele de poligoane de şantier analizate au toate valabilitate practică, ele putînd fi folosite de la caz la caz, ţinînd seama de condiţiile speciale (sursele de energie electrică şi termică, gospodăria de agregate şi ciment) ce pot interveni în cazul adaptării pe un amplasament concret.

Din analiza indicatorilor tehnico-economici rezultă următoarele concluzii :

1. Realizarea unor astfel de poligoane de şantier este oportună, rezultînd în cazul tuturor variantelor diferenţe de cost în favoarea producerii prefabricatelor pe poligoane, faţă de situaţia procurării lor din industrie.

Economia realizată de şantier este de 20—35%, luînd în consideraţie şi diferenţele

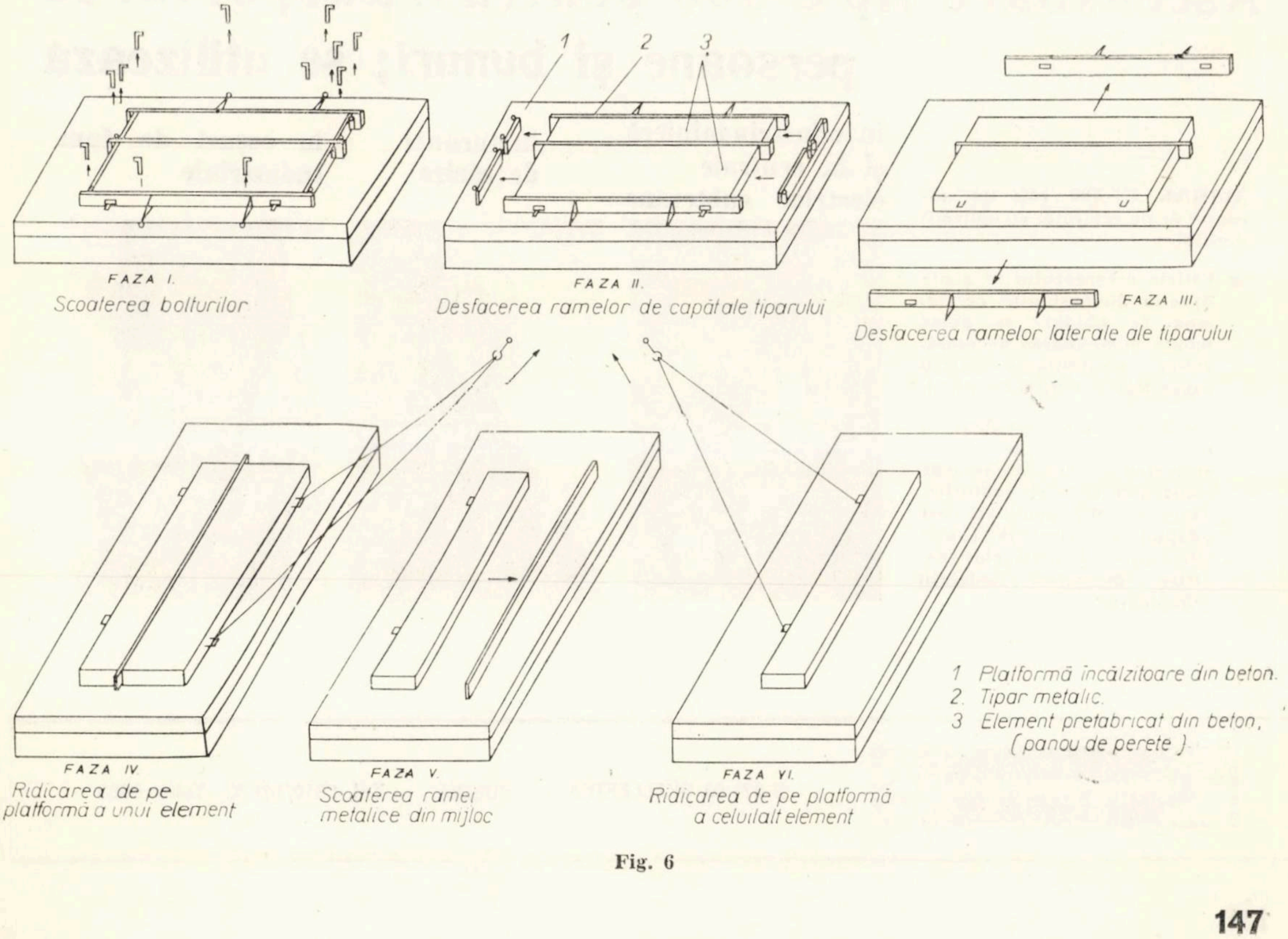


Fig. 6

de cost de transport, șantierul beneficiar aflîndu-se la 5 km de poligon și la 150 km de fabrica furnizoare.

2. Investiția specifică raportată la producția marfă variază între 460—895 lei/1000 lei, iar la capacitate între 553—812 lei/m^3.

Prețul de cost al prefabricatelor este de 885—889 lei în cazul poligoanelor independente, respectiv de 849—927 lei în cel al poligoanelor încorporate.

Costul betonului B 250 pus în operă (exclusiv armătura) revine la 392—470 lei/m^3, inferior prețului luat în calcul de industrie în stabilirea prețului de livrare a elementelor prefabricate (447—502 lei/m^3).

Cheltuielile de producție la 1000 lei producție marfă variază între 880—915 lei.

Productivitatea valorică variază între 126 000—175 000 lei/salariat/an, iar cea fizică între 140—164 m^3/muncitor/an.

3. Dată fiind valoarea importantă a cheltuielilor și a pierderilor de materiale la dezafectare, durata de folosire a poligonului pe un amplasament trebuie să fie egală cu anii necesari recuperării investiției (între 3—6 ani).

Prin organizarea acestor unități de producție industrială în cadrul bazelor de producție ale marilor șantiere se urmărește:

- mărirea gradului de industrializare a execuției pe șantier prin eliminarea în proporție din ce în ce mai mare a sistemelor tradiționale, mari consumatoare de timp și manoperă ;
- scurtarea duratei de execuție a lucrărilor și îmbunătățirea calității lor ;
- asigurarea necesarului de prefabricate la timp, prin corelarea activității poligonului cu necesitățile șantierului ;
- asigurarea unui control tehnic de calitate mai riguros față de situația preturnării pe șantier ;
- obținerea unei eficiențe economice sporite prin reducerea distanțelor de transport, a reburilor din transporturi și a operațiilor de manipulare suplimentare în stațiile de descărcare față de situația cînd aceste elemente s-ar asigura de la unitățile industriale din zonă.

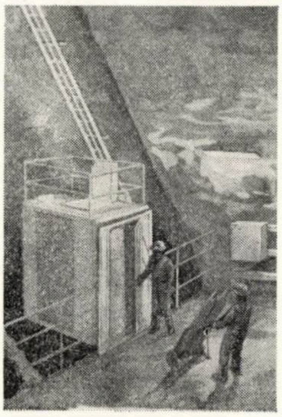
Producția pe poligon se va axa în principal pe acoperirea necesarului de elemente prefabricate de serie mică, a elementelor mari și grele pînă în 10 tone și 18 m lungime, precum și pe preluarea vîrfurilor pe care industria nu le poate asigura la timp, producția de mare serie rămînînd a fi satisfăcută de fabrici.

Ascensoare tip U-500 pentru transportul de persoane și bunuri; se utilizează

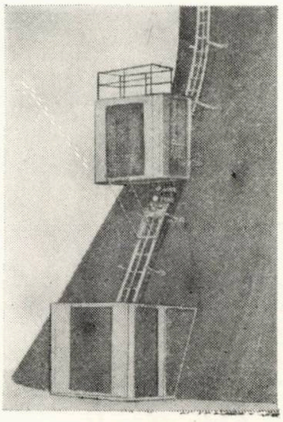
ALIMAK U-500 este un ascensor de tip cățărător cu aplicații multiple:

- **Colivia ascensorului se poate livra la dimensiunile cerute, șina de ghidaj se poate monta la înclinarea necesară, există posibilitatea măririi capacității de ridicare ș.a.m.d.**
- **Ascensorul este prevăzut cu un sistem de acționare de tip cremalieră, ceea ce exclude contragreutățile și cablurile. Tipul U-500 poate fi deci adaptat cu ușurință condițiilor locale și cerințelor specifice diverselor instalații tehnologice.**

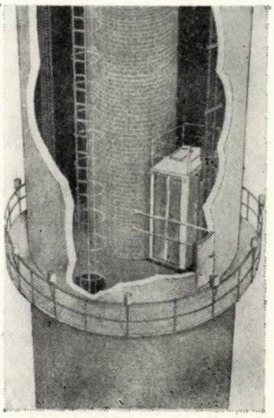
în industria minieră și în centrale electrice subterane



la turnuri de răcire



în coșuri de fum industriale

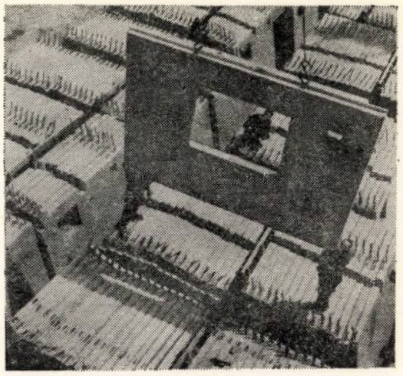


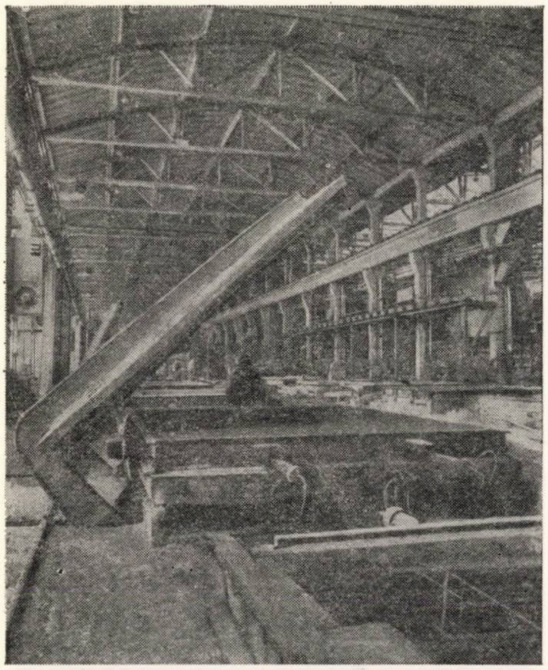
LINDEN ALIMAK

S-931 03 SKELLEFTEA 3 SUEDIA. Tel. 0910/142 30 Telex 6883

CENTRALA INDUSTRIALĂ DE PREFABRICATE DIN BETON

Bd. 1848 Nr. 10 TEL. 16.22.60. BUCUREŞTI R. S. ROMÂNIA





PANOURI MARI PREFABRICATE DIN BETON ARMAT

20 de ani de experienţă în domeniul execuţării construcţiilor din panouri mari evidenţiază următoarele avantaje :

● **Asigură** ritmicitatea şi mecanizarea execuţiei **lucrărilor pe şantier, ducînd** la creşterea productivităţii muncii şi scurtarea **termenului**

● **Reducerea materialului lemnos** şi simplificarea lucrărilor de organizare a şantierului

● Asigură o bună calitate a **lucrărilor de structură, rezistenţă** şi finisaj

C.I.P.B. prin oficiul de export-import PREBEX

■ **Livrează** utilaje şi echipamente complete pentru fabrici de panouri **mari** prefabricate din beton armat pentru construcţii de **locuinţe** şi social-culturale

■ **Asigură proiecte complete de fabrici de panouri mari şi asistenţă tehnică la montajul şi punerea în funcţie a instalaţiilor.**

LARGE PRECAST REINFORCED CONCRETE PANELS

20 years of experience in the construction of large precast panels **buildings** point to a series of outstanding **advantages :**

● A steady pace and mechanization of work on the building sites resulting in higher efficiency and shorter completion dates

● **Timber saving and simplification** of job-site **management**

● **Securing of high-quality** structures, **strong frames and excellent,** smooth finishings

The group of industrial enterprises **for the production of concrete** prefabs – **through** PREBEX, **its** import-export office :

■ - **Supplies complete installations and plants** for **factories** of **large precast reinforced** concrete panels **to be used in dwelling and socio-cultural facilities** construction

■ Provides complete designs for factories of large **panels** as well as technical assistance for the assembling and **putting** into **service of the installations**

VORGEFERTIGTE GROSSTAFELN AUS BEWEHRTEM BETON

Eine 20 jährige Erfahrung auf dem Gebiet der Ausführung von Bauten aus Grosstafeln weist auf folgende Vorteile **hin :**

● **Gewährleistung der rhythmischen** und mechanisierten **Durchführung der Arbeit auf der Baustelle, wodurch die Arbeitsleistung erhöht** und der **Ausführungstermin verkürzt wird ;**

● **Ein** geringerer Holzverbrauch und die **Vereinfachung der Baustellen-**Organisierungsarbeiten ;

● **Die** Gewährleistung von qualitativ entsprechenden Tragwerken **und** Beendigungsarbeiten.

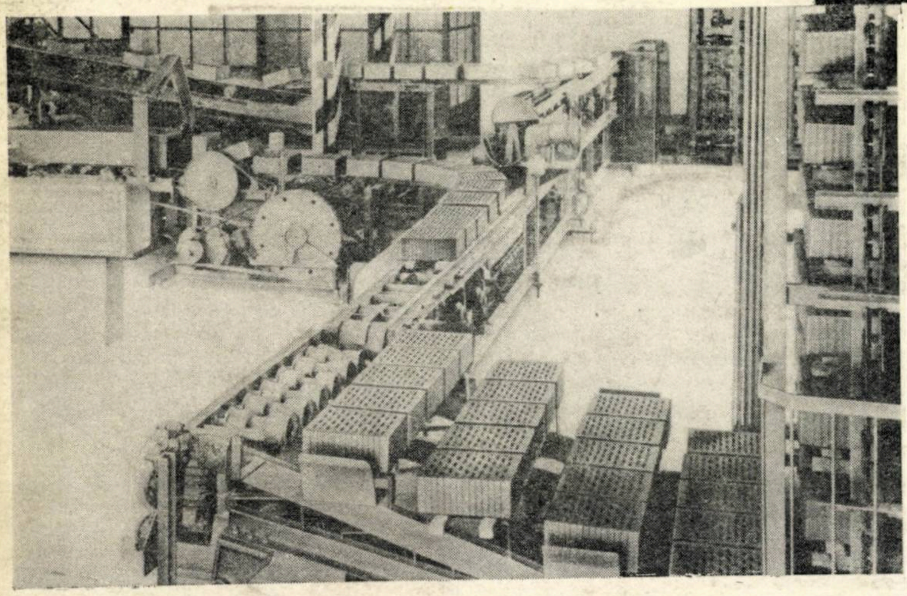
Die Industriezentrale für Betonfertigteile führt folgende Leistungen über das Import-Export-Büro PREBEX durch :

■ **Lieferung** von vollständigen Ausrüstungen und Austattungen **für die** Werke zur Herstellung von Grosstafeln aus bewehrtem **Beton** für Wohn- und sozial-kulturelle Bauten ;

■ **Lieferung** von vollständigen Projekten für Werke zur Herstellung von Grosstafeln und technischer Beistand bei der Montage und Inbetriebsetzung der Einrichtungen.

Sute de mii de cărămizi în patru continente sînt produse cu maşinile de fabricat cărămizi

PREROV MACHINERY



Această uzină constructoare de maşini din Cehoslovacia are o tradiţie de aproape o jumătate de secol în producţia de maşini pentru fabricat cărămizi. Acest lucru este explicabil într-o ţară vestită pentru bogatele sale zăcăminte de materii prime pentru cărămizi. Uzina poate livra orice utilaj în măsură să satisfacă orice exigenţe ale tehnicii moderne în domeniul fabricării cărămizilor, adică întregul utilaj, inclusiv maşinile pentru exploatarea carierelor de argilă, pentru prepararea şi punerea în tipare, uscarea şi arderea cărămizilor.

Aceste utilaje cuprind:

— linii tehnologice de 20 000 pînă la 50 000 de cărămizi per schimb;

— instalaţii de uscare tip cameră şi tunel

— cuptoare circulare şi cuptoare-tunel, inclusiv dispozitivele de mecanizare necesare.

Întregul utilaj corespunde cerinţelor actuale, acordîndu-se cuvenita atenţie celor mai recente cunoştinţe din domeniul tehnologiei şi economiei termice, precum şi al mecanizării şi procesului de ardere.

Livrăm instalaţii complete pentru fabricarea cărămizilor, precum şi maşini separate.

Uzina poate livra, de asemenea, instalaţii complete pentru fabricile de ciment, cuptoare de var, instalaţii de concasare, instalaţii de sortare, precum şi instalaţii pentru fabricarea produselor de ceramică fină şi ordinară.

Pentru informaţii detaliate şi comenzi, adresaţi-vă la

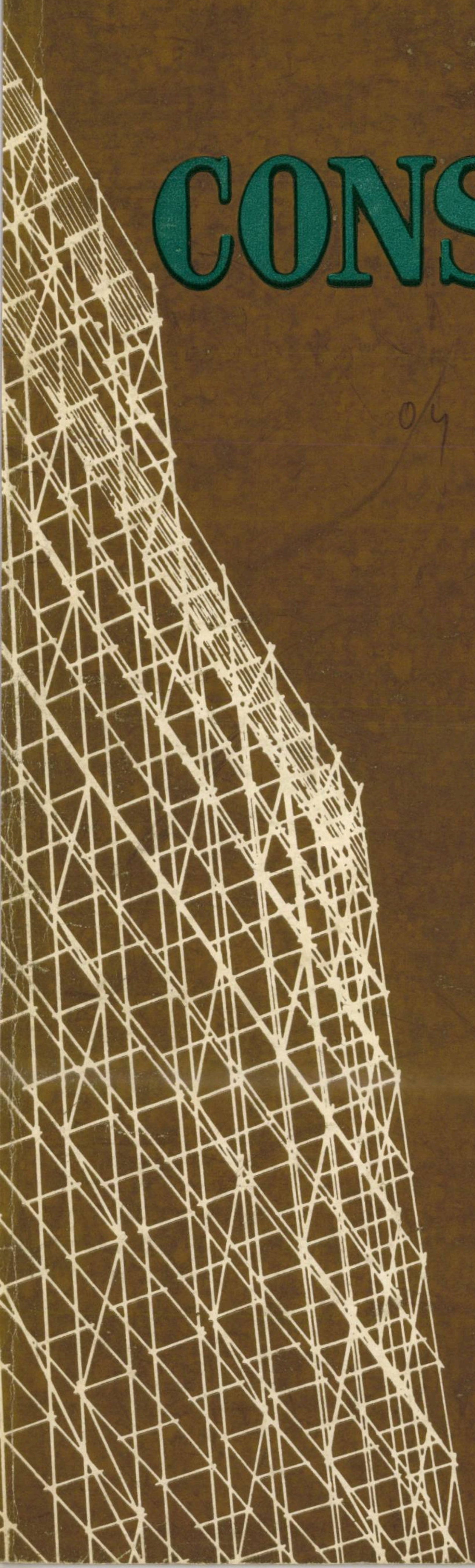
pragoinvest

CESKOMORAVSKA 23 PRAGA, CEHOSLOVACIA

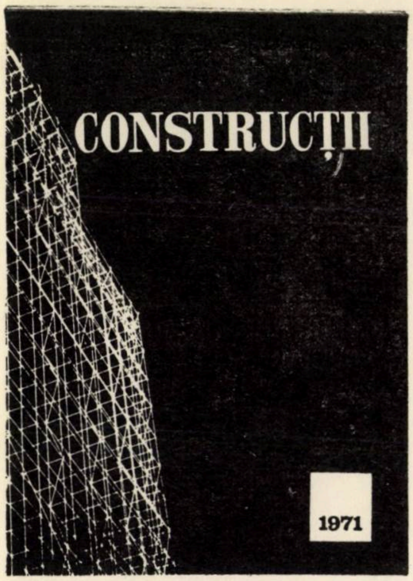
Publicom

E 1688

CONSTRUCȚII



12
1971



Nr. 12/1971
ANUL XXIII

CUPRINS

Ing. MIRCEA RACOVIȚĂ
Portal pentru linii aeriene de încercări cu tensiuni înalte 1

Ing. GAD CALMANOVICI
Plase sudate uzinate pentru beton armat. Noi aspecte de producție și utilizare în construcții 4

Ing. EINAR KEINTZEL
Calculul spațial al construcțiilor multietajate ținînd seama de rigiditatea la răsucire a elementelor structurale 11

Ing. EUGENIU DIMITRIU-VÂLCEA și ing. FLORIN GHEORGHIU
Unele aspecte privind influența finisajelor și structurii pereților exteriori asupra confortului higrotermic din interiorul clădirilor civile 18

Conf. dr. ing. MIHAIL DIACONU
Determinarea stării de eforturi în diafragmele cu goluri cînd se ia în considerare și influența forței tăietoare 25

Ing. ISAC RAPPAPORT și ing. ȘTEFAN VINTILĂ
Pomparea în circuit închis 37

NOTE

Ing. LEONIDA LÖBEL
Betonul placat.
Noi cercetări și aplicații privind utilizarea rășinilor epoxidice la realizarea structurilor 44

Ing. LIVIU DUMITRESCU
Coroziunea instalațiilor de preparare și alimentare cu apă caldă de consum 47

CRONICA

Transferul de căldură și umiditate prin materialele și elementele de construcție. Ședința Comisiei C.I.B. W 40, iunie 1971 50

RECENZII

DOCUMENTARE

RECOMANDĂRI PENTRU AUTORI

CONSTRUCȚII

revistă a
MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE
editată de
C.D.C.A.S.
REDACȚIA PUBLICAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

Redacția: str. Episcopiei 9, Sector 1. Tel. 16 49 14
Căsuța poștală 2980. Oficiul poștal 22
Prețul unui abonament anual: 170 lei
Abonamentele se achită în contul de virament nr. 64.03.01.19 B.N. S.M.B. Serv. decont buget stat, Simbol 5000 sau prin mandat poștal
Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1971, conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/10556/1970.

COLEGIUL DE REDACȚIE

Ing. EM. BĂICULESCU, director tehnic I.P.I.M.C. ; acad. prof. ing. A. BELEȘ, Institutul de construcții București ; ing. T. BIGAN, șef sector M. C. Ind. ; prof. ing. R. CIOROIU, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. C. DIACONU, consilier, I.S.P.E. ; ing. V. DUMITRESCU, director tehnic T.M.B. ; ing. D. ELIADE, șef sector tehnic M. C. Ind. ; prof. ing. M. MIHAILESCU, Institutul politehnic Cluj ; ing. M. POPOVICI, director general T.C.I. Cluj ; ing. T. PATELLI, director general T.C.I. Iași ; ing. R. NEGRU, consilier al președintelui, C.N.S.T. ; ing. M. RAMBA, director, C.S.E.A.L. ; ing. M. SIMNICEANU, director, M. C. Ind. ; prof. ing. I. STĂNCULESCU, prorector, Institutul de construcții București ; ing. A. STĂNESCU, consilier al ministrului, M. C. Ind. ; ing. A. TACORIAN, șef sector, M. C. Ind. ; ing. I. TUDOSE, adjunct al ministrului construcțiilor industriale ; ing. I. VASILESCU, director general, C.I.P.B. (M.I.M.C.) ; ing. P. VERNESCU, director I.P.C.

Redactor responsabil
Ing. **M. LUPAN**
director adjunct științific INCERC

SUMMARY

M. RACOVIȚĂ : Overhead gantry for high-tension tests

The design of the gantry for overhead lines completing the outdoor testing-platform at the ,,Electroputere" plant in Craiova is concisely presented in the article.

The gantry structure, unique of its kind in Romania and even in the South-East of Europe, has impressive dimensions and is intended first of all to sustain a series of high-tension cables for voltages up to 4,200,000 volts by whose means a wide range of studies concerning specific phenomena and tests, as well as testing of various materials and outfits proper to the electrotechnical industry will be performed.

G. CALMANOVICI : Welded wire fabrics for reinforced concrete. New aspects of production and usage in civil engineering

The welded wire fabrics are important means for the industrialization of the reinforcement job, leading to considerable savings of materials and labour, speeding the rate of work and reducing costs.

The actual stage and prospect of the welded wire fabrics in Romania and abroad are given. They undergo a rapid development in the industrialized countries, and in Romania we shall soon pass to their full scale use. The problems concerning the processing of various kinds of welded wire fabrics are exposed together with a proposal of preferential preliminary range which would permit limiting the number of types simultaneous with an economical consumption of steel, especially in the two-way reinforced slabs.

E. KEINTZEL : Structural design of multi-storried buildings taking into account the torsional stiffness of the structural elements

Studying the influence of the torsional rigidity of the structural elements on the spatial design of the multi-storried buildings, one comes to the conclusion that, in the case of closed section shear walls this influence could become an important one, its taking into consideration in computation resulting in a more economical sizing of the other structural elements. Hence, in order to carry out, as close to reality as possible the design of a multi-storried building including a torsional rigid core, it is essential to study the torsional rigidity of real building cores with several rows of voids and intermediate walls.

E. DIMITRIU-VALCEA, FL. GHEORGHIU : Some aspects concerning the influence of the outside walls finishings and structure on the inside hygrothermic comfort of non-industrial buildings

The authors analyze concretely the mechanism able to establish an optimal hygrothermic regime of the finished outside walls, ensuring the comfort inside non-industrial buildings.

With this end in view they explain in brief the principles of the steam diffusion through the outside walls depending on physico-mechanical characteristics of the materials and various kinds of structures (homogeneous, two-layer, three-layer, with surface air interstices, etc.).

In conclusion, the influence of the outside structure and finishings affecting the inside comfort is pointed out as well as the way to ensure the optimal hygrothermic conditions in the structural units and inside the buildings together with the elaboration of the scheme concerning outside walls structure and the choice of façades finishings.

M. DIACONU : Determination of the state of stress in the recessed shear walls when the shear is also taken into consideration

The article presents the computation of the shear walls with a single row of recesses, subjected to the action of horizontal loads distributed indifferently on its height (point loads, uniformly distributed loads, linearly distributed loads etc.) when the influence of buckling produced both in the bending and by the shearing force in the shear walls components : lintels and window-recesses, is taken into consideration.

I. RAPPAPORT, Șt. VINTILĂ : Closed-circuit water pumping

Some theoretical and practical aspects of the closed-circuit cold and hot water pumping are presented in the article.

A systematization of the main closed-circuit pumping diagrams, that have a large practical usage nowadays, is made, simultaneousely presenting the principal hydraulic phenomena observed, among others the hydraulic instability phenomenon of the ring pipe networks.

To control the theoretical conclusions, a great number of mesurings were performed by means of an experimental installation specially designed for this purpose. The results fo these researches are also presented and analyzed.

SOMMAIRE

M. RACOVIȚĂ : Portique pour lignes aériennes destinées aux essais à haute tension

On présente brièvement le projet du portique pour lignes aériennes destiné à la plate-forme d'essais en plein air de l'usine „Electroputere" de Craiova.

La structure du portique, unique dans son genre en Roumanie et même dans le sud-est de l'Europe, a des dimensions impressionantes, étant destinée, premièrement, à soutenir une série de câbles de haute tension pour des voltages atteignant 4.200.000 volts, par l'intermède desquels sera entreprise une vaste gamme d'études sur certains phénomènes spécifiques ainsi que d'essais de matériaux ou ensembles spécifiques de l'industrie électrotechnique.

G. GALMANOVICI : Treillis soudés usinés pour béton armé. Nouveaux aspects de leur production et emploi dans la construction

Les treillis soudés usinés représentent un moyen important d'industrialisation des ouvrages d'armatures, permettant des économies notables de matériaux et de main d'oeuvre, et ayant comme effet un rythme de travail plus accéléré sur le chantier, ainsi que la diminution du prix de revient des travaux.

L'article présente le stade actuel et l'avenir des treillis soudés en Roumanie et à l'étranger, où ils connaissent un développement rapide dans les pays industrialisés ; en Roumanie on va passer bientôt à leur emploi sur une grande échelle. L'auteur fait un exposé des problèmes concernant l'élaboration des assortiments de treillis soudés usinés, en proposant un assortiment préliminaire préférentiel qui permet de limiter le nombre de types et, simultanément, de réaliser une consommation économique de l'acier notamment dans les plaques aux armatures croisées.

E. KEINTZEL : Le calcul spatial des structures multiétagées, compte tenu de la rigidité à la torsion des éléments structuraux

En étudiant l'influence de la rigidité à la torsion des éléments structuraux sur le calcul spatial des constructions multiétagées, on arrive à la conclusion que, dans le cas des diaphragmes à section close, cette influence peut devenir importante, et qu'en la prenant en considération dans les calculs on obtient le dimensionnement plus économique des autres éléments structuraux. Pour pouvoir effectuer le calcul le pluls réel possible d'une construction multiétagée, comprenant un noyau de rigidité à la torsion, il faudra entreprendre l'étude de la rigidité à la torsion des noyaux réels de bâtiment à plusieures rangées de baies et parois intermédiaires.

E. DIMITRIU-VALCEA, FL. GHEORGHIU : Quelques aspects concernant l'influence des finissages et de la structure des parois extérieures sur le confort hygrothermique à l'intérieur des bâtiments civils

Les auteurs font une analyse concrète du méchanisme destiné à déterminer un régime hygrothermique optimal des parois extérieures finissées, capables d'assurer le confort à l'intérieur des bâtiments civils.

Dans ce but on explique concisement les principes de la diffusion de la vapeur à travers la structure des parois extérieures, en fonction de caractéristiques physico-mécaniques des matériaux et de différentes variantes de structures (homogènes, en deux couches, en trois couches, à interstices d'air à l'extérieur etc.).

A la fin on tire des conclusions concernant l'influence de la structure et des finissages extérieurs sur le confort intérieur et l'établissement d'un régime hygrothermique optimal dans les éléments de construction et à l'intérieur des édifices, ainsi que les mesures regardant l'établissement du projet de la structure des parois extérieurs et le choix du finissage des façades.

M. DIACONU : Détermination de l'état d'efforts dans les diaphragmes évidés quand on considère aussi l'influence de la force de cisaillement

On présente le calcul des murs diaphragmes à un seul rang de baies, soumis à l'action des charges horizontales distribuées indifféremment en hauteur (charges concentrées, charges uniformément distribuées, charges linéairement réparties etc.) quand on considère l'influence de la déformation produite tant dans le moment de flexion que par la force de cisaillement dans les éléments composant le diaphragme : linteaux et encadrements de baies.

I. RAPPAPORT, Șt. VINTILĂ : Le pompage en circuit fermé

On présente quelques aspects théoriques et pratiques du pompage en réseau fermé d'eau froide ou chaude.

On effectue une systématisation des principaux schémas de pompage en circuit fermé, qui ont à l'heure actuelle un large emploi pratique, et on expose simultanément les principaux phénomènes hydrauliques constatés, entre autres le phénomène d'instabilité hydraulique des réseaux annulaires de conduites.

Pour vérifier les conclusions théoriques, on a effectué nombre de mesurements moyennant une installation expérimentale, spécialement construite dans ce but. Les résultats de ces recherches sont aussi présentés et analysés.

INHALT

M. RACOVIŢĂ : Portal für Luftleitungen zur Prüfung mit Hochspannung

Es wird das Projekt für die Ausführung des Portals, welches für die Luftleitungen der Freiluft-Prüfplattform der Werke „Electroputere" in Craiova bestimmt ist, kurz dargelegt.

Dieses, in seiner Art in Rumänien und sogar im Südosten Europas einzigartige Portal, weist sehr grosse Abmessungen auf und ist in erster Reihe für die Halterung einer Anzahl von Hochspannungskabeln, für Spannungen bis 4 200 000 Volt bestimmt, mit deren Hilfe die Durchführung einer Vielfalt von Studien spezifischer Erscheinungen und Versuche verfolgt wird; desgleichen werden der elektrotechnischen Industrie eigene Werkstoffe und Baugruppen verschiedenen Prüfungen unterzogen.

G. CALMANOVICI : Baustahlgitter für Stahlbeton. Neue Fragen der Herstellung und der Verwendung im Bauwesen

Die Baustahlgitter stellen ein bedeutendes Mittel zur Industrialisierung der Bewehrungsarbeiten dar und bedingen Werkstoffund Handarbeitseinsparungen, eine schnellere Ausführung der Arbeiten auf der Baustelle und die Senkung der Bauwerkskosten.

Im Beitrag wird der gegenwärtige Stand und die Perspektiven der Baustahlgitter in Rumänien und im Ausland aufgezeigt, wobei darauf hingewiesen wird, dass diese in den industrialisierten Ländern eine schnelle Entwicklung erfahren und dass diese in Rumänien bald in hohem Masse verwendet werden.

Es werden die mit dem Entwurf der Baustahlgitter verbundenen Probleme aufgezeigt; gleichzeitig wird ein Vorschlag für ein vorläufiges Vorzugssortiment gemacht, welches die Einschränkung der Typenanzahl und einen wirtschaftlichen Stahlverbrauch, insbesondere bei den kreuzbewehrten Platten, gestattet.

E. KEINTZEL : Die räumliche Berechnung der Mehrstockbauten, in Anbetracht der Verwindungssteifigkeit der Tragwerkteile

Als Folge des Prüfung des Einflusses der Verwindungssteifigkeit der Tragwerkteile auf die räumliche Berechnung der Mehrstockbauten gelangt man zur Schlussfolgerung, dass im Falle der Schalen mit geschlossenem Querschnitt dieser Einfluss bedeutend werden kann, wobei deren Inbetrachtziehen im Rahmen der Berechnung eine wirtschaftlichere Bemessung der übrigen Tragwerkteile zur Folge hat. Zwecks einer möglichst wirklichkeitstreuen Berechnung der Mehrstockbauten, welche einen verwindungssteifen Kern beinhalten, muss in der Zukunft ein Studium der Verwindungssteifigkeit der tatscählichen Gebäudekerne, mit mehreren Öffnungsreihen und mit Zwischenwänden durchgeführt werden.

E. DIMITRIU-VALCEA, FL. GHEORGHIU : Einige Fragen des Einflusses der Finissage und des Gefüges des Aussenwände auf den hygrothermischen Komfort des Inneren der Zivilbauten

Es wird eine konkrete Prüfung des Festlegungsmechanismus eines optimalen hygrothermischen Regimes der fertigbearbeiteten Aussenwände vorgenommen, welches den Komfort im Inneren der Zivilbauten gewährleistet.

Zu diesem Zweck werden kurz die Grundsätze der Wasserdampfdiffusion durch das Gefüge der Aussenwände, gemäss den physikalischmechanischen Merkmalen der Baustoffe und der verschiedenen Gefügevarianten (homogen, zweischichtig, dreischichtig, mit Luftspalten an der Aussenfläche usw.) erklärt.

Im Abschluss werden Schlussfolgerungen über den Einfluss des Gefüges und der äusseren Finissage auf den inneren Komfort und die Gewährleistung des optimalen hygrothermischen Regimes im Rahmen der Bauteile und im Inneren der Bauwerke, als auch über die Massnahmen welche bei dem Entwurf des Gefüges der Aussenwände und bei der Auswahl der Fassadenfinissage zu treffen sind, gezogen.

M. DIACONU : Spannungszustände in Wandscheiben mit Öffnungen bei Berücksichtigung der Schnittkräfte

Der Artikel befasst sich mit der Bemessung von Wandscheiben mit einreihigen Öffnungen und durch beliebig verteilte horizontale Kräfte belastet (Einzelkräfte, gleichmässig oder gradlinig verteilte Kräfte u.a.m.); das Rechenverfahren berücksichtigt die Einflüsse der Verformungen die auf Biegemomente und Schnittkräfte zurückzuführen sind und von den bildenden Teilen der Wandscheibe, nämlich Spalet und Fenstersturz, herrühren.

I. RAPPAPORT, St. VINTILA : Das Pumpen im geschlossenen Kreislauf

Es werden einige theoretische und praktische Gesichtpunkte des Pumpens im geschlossenen Kalt-oder Warmwassernetz besprochen.

Es wurde eine Systematisierung der wichtigsten Pumpschemas im geschlossenen Kreislauf vorgenommen, welche gegenwärtig eine breite praktische Verwendung finden, wobei gleichzeitig auch die wichtigsten festgestellten hydraulischen Erscheinungen besprochen werden, worunter auch die hydraulischen Instabilität der Ringleitungsnetze.

Zwecks überprüfung der theoretischen Schlussfolgerungen wurden zahlreiche Messungen mit Hilfe einer besonders zu diesem Zweck gebauten Versuchseinrichtung durchgeführt, wobei im Beitrag auch die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten vorgezeigt und besprochen werden.

СОДЕРЖАНИЕ

М. РАКОВИЦЭ: Портальное сооружение для испытания воздушных линий высокого напряжения

Вкратце представлены рабочие чертежи портального сооружения, возведенного на непокрытой площадке для испытания воздушных линий электропередачи на заводе ,,Электропутере'' в городе Крайова.

Сооружение, единственное в таком роде в нашей стране и даже в Юго-Западной Европе, имеет внушительные размеры и предназначенно, в первую очередь для ряда приводов, находящихся под высоким напряжением, доходящим до 4.200.000 вольт, при помощи которых будет проводиться обширный диапазон исследований и испытаний специфических явлений, а также будут подвергаться различным испытаниям образцы некоторых материалов или ансамблей, присущих электротехнической промышленности.

Г. КАЛМАНОВИЧ: Товарные сварные сетки для железобетона. Новые аспекты изготовления и использования в строительстве

Товарные сварные сетки являются важным способом индустриализации арматурных работ, который приводит к экономии растрат материалов и труда, к ускорению темпа работ на стройплощадке и к снижению себестоимости строительных работ.

В статьте представлено текущее положение и перспективы в будущем сварных сеток в Румынии и за рубежом, указывая на то, что такие решения быстро развиваются в индустриализированных странах и, что в Румынии, они получат обширное применение в недалёком будущем. Изложены проблемы, связанные с разработкой сортимента товарных сварных сеток и предложен предварительный предпочитаемый сортимент, позволяющий сократить количество типоразмеров и обеспечить экономный расход стали, в особенности при листах, армированных в двух направлениях.

Е. КАЙНЦЕЛ: Пространсвенный расчёт многоэтажных зданий и сооружений учётом жёсткости несущих элементов при кручении

Обследуя влияние жёсткости несущих элементов при кручении на пространственный расчёт многоэтажных зданий и сооружений, приходим к заключению, что в случае диафрагм с замкнутым сечением, это влияние может стать значительным, а его учёт при назначении размеров приводит к более экономичным решениям остальных несущих элементов. Для того, чтобы стало возможным произвести наиболее реальный расчёт многоэтажных зданий и сооружений, в состав которых включено при кручении жёсткое ядро, в будущем становиться необходимо изучить поведение при кручении жёсткого ядра реальных зданий с несколькими рядами проёмов и с промежуточными стенами.

Е. ДИМИТРИУ-ВЫЛЧА, ФЛ. ГЕОРГИУ: Некоторые влияния отделочных работ и структуры внешних стен на влаготепловой комфорт во внутри гражданских зданий

В статье конкретно анализируется механизм установления оптимального влаготеплового режима внешних законченных стен, который обеспечивал бы необходимый комфорт внутри гражданских зданий.

Для этой цели, вкратце объясняются принципы диффузии паров сквозь структуры внешних стен, в зависимости от физико-механических характеристик материалов и различных вариантов структур (однородных, двухслойных, трёхслойных, с воздушными внешними проёмами и т.п.).

В заключении сделаны выводы относительно влияния структуры и внешней отделки на внутренний комфорт и обеспечение оптимального влаготеплового режима в строительных элементах и во внутри зданий, а также относительно проектных мероприятий, касающихся структуры внешних стен и выбора орделки фасадов.

М. ДИАКОНУ: Определение состояния напряжений в диафрагмах с проемами при учете влияния и поперечных сил

В статье представлен расчет диафрагм с одним рядом проемов, подвергаемых воздействию горизонтальных усилий, произвольно распределенных по её высоте (сосредоточенные усилия, линейно распределенные усилия и т.п.) и при учете влияния деформации, производимой как изгибающим моментом, так и поперечной силой, возникающей от составных элементов диаффрагмы : сверхпроемные балки и межпроемные панели.

И. РАППАПОРТ, ШТ. ВИНТИЛЭ: Накачивание в замкнутой цели

В статье представлены некоторые теоретические и практические аспекты накачивания холодной и горячей воды в замкнутых цепях.

Произведена систематизация главных систем накачивания в замкнутой цепи широко применяемых в настоящее время. Одновременно представлены и важнейшие гидравлические явления, среди которых и гидравлическая неустойчивость водопроводных круглых сетей.

Для проверки теоретических выводов было произведено большое количество замеров, сделанных при помощи специальной экспериментальной установки, изготовленной для этой цели. Результаты описанных исследований также представлены и проанализированы в работе.

PORTAL PENTRU LINII AERIENE DE ÎNCERCĂRI CU TENSIUNI ÎNALTE

Ing. **MIRCEA RACOVIŢĂ**
IPA — Sector proiectări uzine

În cele ce urmează ne propunem prezentarea proiectului pentru execuţia construcţiei portalului pentru linii aeriene al platformei de încercări în aer liber de la uzina *Electroputere* din Craiova.

Construcţia portalului, unic de acest fel în ţară şi chiar în sud-estul Europei, cu dimensiuni impresionante, este destinată în primul rînd susţinerii unei serii de cabluri de înaltă tensiune, pentru tensiuni neobişnuit de mari de pînă la 4 200 000 volţi, cu ajutorul cărora se urmăreşte o gamă largă de studii ale unor fenomene specifice şi de încercări, precum şi supunerea la diferite probe a unor materiale sau ansambluri proprii industriei electrotehnice.

Cablurile, din funie de cupru de 500 mm^2 secţiune, sînt întinse între două portaluri identice, amplasate la o depărtare suficientă pentru a dispune de o lungime satisfăcătoare de cablu între lanţurile de izolatori. Unul dintre portaluri are suspendată şi sfera superioară a unui eclator.

Portalul este alcătuit dintr-o riglă metalică de aproape 70 m deschidere, montată între doi stîlpi de beton armat de 58 m înălţime, iar în mijlocul deschiderii riglei, sprijinit pe aceasta, un turn metalic de 14,5 m înălţime al cărui vîrf ajunge la cota de peste 70 m (fig. 1).

La nivelul tălpii inferioare a riglei, adică la cota de +50,00 m, sînt dispuse trei puncte de suspendare a cablurilor de înaltă tensiune, iar la cota de 70,75 m, în vîrful turnului, un alt punct de suspendare pentru cel de-al patrulea cablu. Rigla metalică mai este capabilă să suporte două macarale fixe, de cîte 5,5 tf capacitate de ridicare, necesare diferitelor manevrări ale cablurilor sau probelor, precum şi un eclator suspendat în mijlocul deschiderii, a cărui sferă superioară din cupru de 2,5 m diametru coboară pînă la 10 m de la sol.

Dimensiunile portalului sînt astfel alese încît construcţia sa să nu intersecteze zona de influenţă a acestui eclator.

Stîlpii portalului, cu un contur închis în jurul unui gol interior, prevăzuţi din beton armat turnat în cofraje glisante, au un aspect de turn de 58 m înălţime, cu suprafaţa secţiunii constantă de aproximativ 8,60×4,30 m, avînd o formă specială în plan (fig. 2).

Grosimea pereţilor stîlpilor este de 25 cm. Golul interior este divizat de mai multe planşee din beton armat dispuse din 5 în 5 m şi care împart înălţimea stîlpului în 12 niveluri. Prin golul interior al stîlpilor este prevăzut cîte un ascensor pentru accesul persoanelor pînă la ultimul nivel, de unde printr-o uşă pot avea acces şi la pasarela de circulaţie dintre fermele riglei.

Secţiunea stîlpilor este constantă pînă la cota de 48,50 m. De la această cotă pînă la cota de 57,10 m, pe faţa dinspre rigla metalică, se realizează racordări plane prin introducerea în

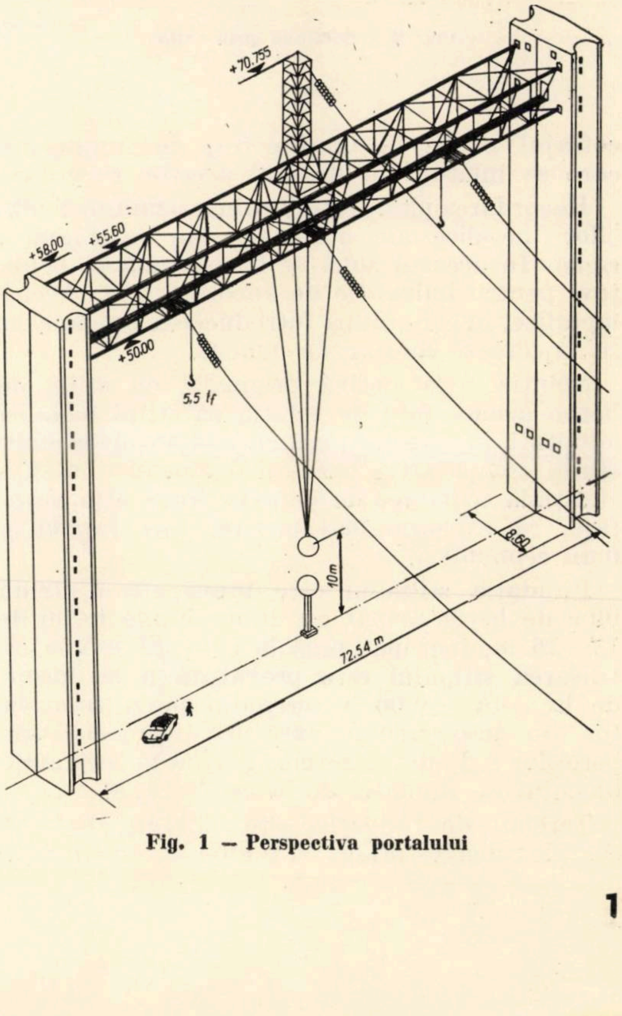


Fig. 1 — Perspectiva portalului

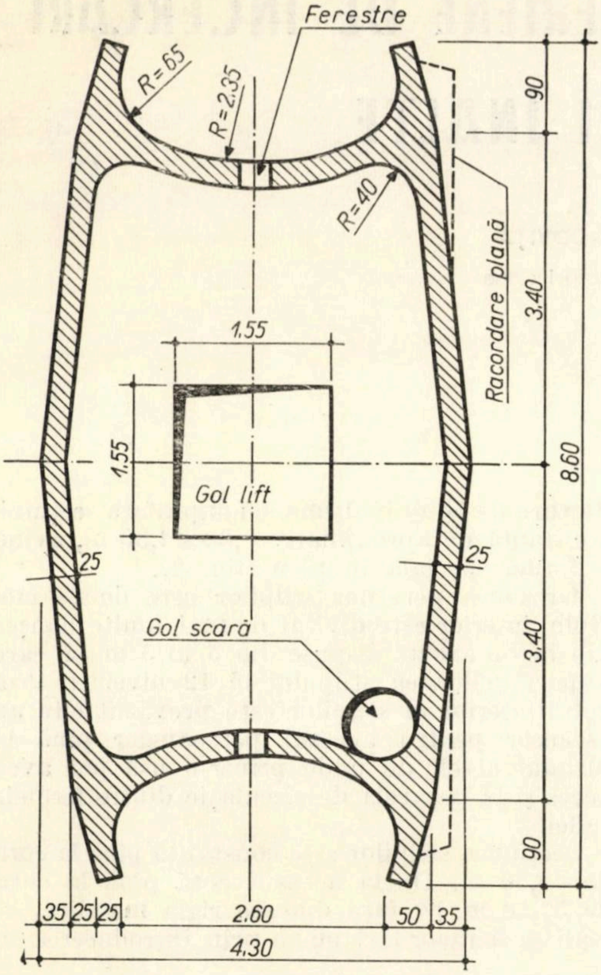


Fig. 2 — Secțiune prin stîlp

cofrajul glisant a unui cofraj de umplutură care se înlătură în dreptul acestor racordări.

Racordarea plană este destinată montării plăcilor metalice ale consolelor de rezemare a riglei. În această zonă se încastrează în beton țevi pentru buloanele de ancorare a consolelor metalice, în care, după introducerea buloanelor, se injectează mortar de ciment.

Soluția constructivă originală, cu stîlpi de beton armat, față de soluția cu stîlpi metalici adoptată în alte țări, s-a stabilit în urma unor studii comparative care au demonstrat o substanțială economie de metal pe lîngă alte avantaje, ca execuție mai ușoară, mai rapidă și mai economică.

Fundația stîlpului este prevăzută dintr-un bloc de beton armat cu dimensiunile bazei de 13×16 m, îngropat pînă la cota de —5,00 m. Glisarea stîlpului este prevăzută a se începe de la cota ±0,00 a terenului pe o fundație tot din beton armat, care urmărește conturul pereților stîlpului și care se toarnă pe suprafața blocului de fundație de la cota —1,00 m.

Terenul de fundație este alcătuit dintr-un complex nisipos-prăfos cu o îndesare medie ridicată și o presiune admisibilă, la cota de fundare, de 2,00 kg/cm².

Rigla metalică este realizată din două ferme verticale cu înălțimea constantă de 5,60 m, depărtate între ele cu 6,80 m și avînd contravînturi orizontale între tălpi, împreună cu care alcătuiesc un sistem spațial.

Fermele verticale au un sistem de zăbrele care este static determinat, cu montanți și diagonale în 17 panouri de 4 m lățime. Fermele de contravînțuire orizontală superioară și inferioară, avînd tălpi comune cu fermele verticale, au un sistem de zăbrele cu bare încrucișate static nedeterminate și montanți. Din 8 în 8 m, rigla are și contravînțuiri verticale. În panoul central, prin intermediul unui jug, se reazemă construcția metalică a turnului. Aceasta are o secțiune de 2,00×2,00 m și este asemănătoare cu a unui stîlp clasic pentru rețele de transport a energiei electrice, cu patru picioare și un sistem de zăbrele în „K" realizate din corniere.

Picioarele turnului, evazate la bază pînă la dimensiunile de 4,00×4,00 m, au un sistem de articulații la două picioare, care permite ca turnul să fie rabătut și culcat pe rigla metalică. În vîrful turnului se află o platformă la care se accede pe o scară metalică dispusă în interior.

Toate barele riglei metalice sînt confecționate din platbenzi sudate, alcătuind profile în formă de „H". Prinderea acestor profile la noduri se realizează prin intermediul guseelor.

La diagonalele și montanții fermelor verticale, principiul de prindere la nod este prin decuparea tălpilor profilului „H", care prind guseul „în furculiță", inima sudîndu-se cap la cap pe muchia guseului, iar la capătul opus al barelor, prinderea „în furculiță" realizîndu-se prin eclise pentru a face posibil montajul (fig. 3).

Ținînd seama de modul de asamblare, prinderea barelor fermelor orizontale s-a realizat prin intermediul unor scaune care să evite nepotrivirile de montaj și sudurile peste cap.

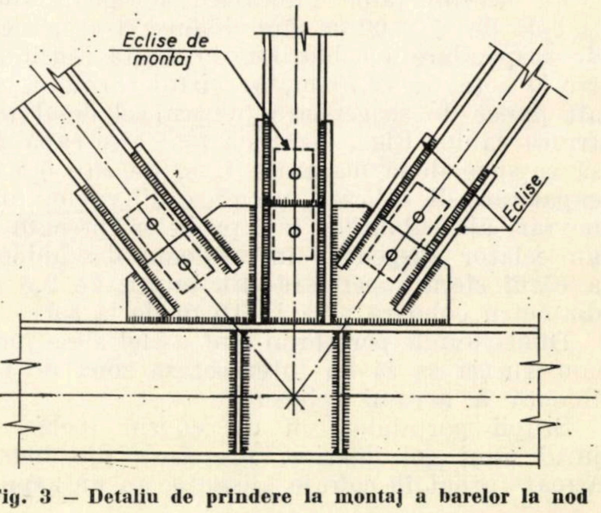


Fig. 3 — Detaliu de prindere la montaj a barelor la nod

Prinderile între tălpile riglei şi stîlp se fac prin intermediul consolelor metalice, sudate de placa fixată de stîlp cu buloane. Fiecare talpă a riglei reazemă pe cîte o consolă, avînd şi cîte o piesă la partea superioară a profilului care asigură continuitatea.

În ceea ce priveşte calculul construcţiei, acesta a fost făcut considerînd următoarele solicitări: greutate proprie, sarcini utile din cabluri, macarale şi eclator şi încărcări climatice din vînt, temperatură şi chiciură.

Ponderea cea mai mare a încărcărilor o are încărcarea din vînt. Presiunea de bază admisă în calcul este de 128 kg/m^2, corespunzătoare înălţimii maxime a construcţiei, adică între 50 şi 75 m de la sol, şi constantă pe toată înălţimea. Această presiune corespunde unei viteze a vîntului de peste 150 km/oră.

Rezultanta presiunilor şi sucţiunilor din vînt s-a considerat ţinînd seama şi de coeficientul dinamic în funcţie de perioada proprie de vibraţie a construcţiei, de coeficientul de rafală, frecări etc.

Încărcarea cu chiciură s-a luat în calcul admiţînd o acoperire a diferitelor profile cu un strat de gheaţă de 2,3 cm grosime, cu o greutate specifică de 0,9 kgf/dm^3.

Pentru încărcarea din temperatură s-au admis valori între $-30°$ şi $+40°$C, considerînd temperatura de montaj la $+15°$C, ceea ce implicit înseamnă o diferenţă de temperatură negativă (comprimare) de $-45°$C şi una pozitivă (alungire) de $+25°$C.

În funcţie de ipoteza de montaj, calculul a fost făcut în două faze. Prima fază, în care rigla se consideră simplu rezemată şi este solicitată numai de greutatea proprie şi eventuale sarcini accidentale, şi faza a doua, corespunzătoare montajului definitiv în care se ţine seama de încastrarea elastică a riglei cu stîlpul.

Deoarece gradul de încastrare elastică depinde de mai mulţi factori care sînt imposibil de prins în calcul, s-a admis o curbă înfăşurătoare de momente de încovoiere rezultată din considerarea unor grade de încastrare elastică ce variază cu $\pm 10\%$ în jurul valorii calculate.

Astfel, gradul de încastrare maxim al riglei de 0,98 este foarte apropiat de încastrarea perfectă, iar cel minim, de 0,80, admite variaţii suficiente ale momentelor de inerţie ale riglei şi respectiv ale stîlpului pentru a fi acoperitor. Pe direcţia solicitărilor orizontale, gradul de încastrare elastică a riglei s-a calculat cu rigiditatea la torsiune a stîlpilor cu aceeaşi variaţie de $\pm 10\%$, obţinînd gradele de încastrare maxim şi minim de 0,525 şi respectiv 0,43, de asemenea acoperitoare.

Solicitările maxime în tălpile riglei s-au obţinut de ordinul a ± 300 tone.

Solicitările cele mai mari provin, în ordine, din vînt, greutate proprie şi chiciură. Cu toate că la prima vedere se pare că turnul rezemat pe riglă produce solicitări mari prin torsionarea riglei, valorile eforturilor obţinute în riglă sînt surprinzător de mici comparativ cu alte solicitări. Surprinzător mai este şi gradul de încastrare elastică a riglei în stîlp în plan vertical, foarte apropiat de încastrarea perfectă. Acest lucru aduce un argument în plus în favoarea soluţiei alese, cu stîlpi din beton armat în loc de stîlpi metalici, mult mai elastici.

Avînd în vedere dimensiunile şi solicitările construcţiei, se impun anumite condiţii pentru materialul folosit şi anumite toleranţe la execuţie.

Pentru stîlpi se foloseşte un beton de marcă B 200 şi armături din oţel PC 52 şi OB 38.

Toleranţa totală maximă admisă de la verticală pentru stîlpi este de 10 cm, iar toleranţa totală maximă între feţele stîlpilor în dreptul consolelor de rezemare ale riglei este de $\pm 0{,}20$ m. Abaterile care ar depăşi valorile limită indicate, ar îngreuna montarea riglei metalice.

Pentru construcţia metalică a riglei se foloseşte un oţel OL 37—4 calmat, iar pentru turn un oţel OL 37—3 calmat. Pentru piesele constructive (scări, podeste etc.) se admite folosirea unui oţel OL 37—1 necalmat.

Materialul pentru sudare trebuie să asigure condiţiile de rezistenţă şi calitate ale materialului de bază.

Calitatea sudurilor trebuie riguros controlată. Nu se admit suduri nepătrunse, cu rădăcina neresudată, incluziuni etc.

Se impun toleranţe admisibile şi pentru subansamblurile riglei metalice; astfel, între feţele tălpilor profilelor „H" toleranţe sub 1 mm; răsucirea secţiunii transversale nu poate depăşi ± 1 mm; săgeata pe întreaga lungime a barelor nu va depăşi L/1000, dar maximum 5 mm, iar toleranţa de lungime a pieselor este de $\pm$ 2 mm.

Deoarece asamblarea trebuie făcută, evident, pe şantier, uzina de confecţii metalice va livra construcţia în subansambluri pregătite pentru asamblare (şanfrenare etc.), iar capetele barelor ce se îmbină cap la cap, nesudate pe ultimii 200 mm pentru a da posibilitatea unei montări corecte.

Asamblarea riglei metalice se face la sol pe stelaje în zona dintre stîlpii de beton armat, în trei tronsoane independente, două de capăt şi unul central de 20 m lungime, evitînd astfel erorile de asamblare datorite lungimii prea mari a elementului.

Operaţiile de asamblare, pentru fiecare tronson în parte, se fac în ordinea următoare: se pregătesc întîi tălpile, apoi cele două feţe laterale. După ridicarea la verticală a feţelor laterale se asamblează provizoriu contravîntuirile orizontale superioare şi inferioare prin buloane de montaj. Atît feţele verticale, cît şi cele orizontale se verifică în ansamblu urmărindu-se înscrierea în toleranţele prescrise, executîndu-se apoi sudurile definitive. Urmează sudarea contravîntuirilor verticale.

Ultima operaţie este sudarea tronsoanelor între ele, după o prealabilă verificare a toleranţelor, în ansamblu, ale fiecărui tronson.

Toleranţa de lungime a fiecărui tronson nu va depăşi ±8 mm, iar toleranţa de lungime pentru întreaga riglă ±20 mm între axele de rezemare.

Construcţia turnului se va monta pe riglă în poziţia culcat, urmînd ca sudurile definitive între baza turnului şi jug să se execute după aducerea turnului în poziţia verticală, la cota finală de montaj. Sudurile mai importante se vor controla cu raze gamma sau raze X.

După această pregătire urmează montajul propriu-zis, care este prevăzut prin ridicarea riglei, cu ajutorul troliilor fixate pe capetele stîlpilor, pînă la o cotă puţin peste cota finală, şi fixarea provizorie în această poziţie. Se procedează apoi la sudarea consolelor metalice de rezemare pe stîlpi, după care rigla este coborîtă pînă la rezemarea ei pe aceste console. Urmează apoi executarea sudurilor definitive de fixare şi continuizare între tălpi şi console. Ultima operaţie de montaj este aducerea turnului în poziţia verticală cu ajutorul troliilor şi sudarea lui definitivă la bază.

PLASE SUDATE UZINATE PENTRU BETON ARMAT

Noi aspecte de producţie şi utilizare în construcţii

Ing. GAD CALMANOVICI
ISART

1. ASPECTE GENERALE

Plasele sudate uzinate reprezintă un mijloc important de industrializare a lucrărilor de armături, ducînd la importante economii de forţe de muncă, în general, şi pe şantier în special, la reducerea consumului de oţel beton, la accelerarea ritmului de lucru şi, în final, la reducerea costului construcţiilor.

Avantajele plaselor sudate, precum şi aspecte ale utilizării lor în ţara noastră şi într-o serie de ţări străine (Austria, R. F. a Germaniei, U.R.S.S.) au fost prezentate de autor în numere anterioare ale revistei [1], [2], [3], [4].

2. STADIUL ACTUAL ŞI PERSPECTIVE DE VIITOR

În ultimii ani, pe plan mondial se constată o dezvoltare rapidă a producţiei de plase sudate uzinate confecţionate centralizat. Astfel, în R.F. a Germaniei producţia a crescut de la cca 700 000 t în anul 1966 [5] la cca 950 000 t în anul 1969 [6], adică cu cca 35% în 3 ani. În Franţa, tot într-un interval de 3 ani (1963—1966), s-a înregistrat o creştere cu cca 90% a producţiei, respectiv de la 90 000 t/an la 170 000 t/an [5]. În tabela 1 se dă producţia de plase sudate uzinate, la nivelul anului 1968, într-o serie de ţări unde plasele sudate sînt utilizate pe scară largă [7].

În U.R.S.S. plasele sudate se produc pe scară mare în atelierele de armături ale fabricilor de prefabricate, iar în ultimii ani s-a preconizat extinderea producţiei de plase sudate uzinate, care urma să crească de la 30 000 tone la 600 000 tone pe an [9].

În ţara noastră, pînă la începutul anului 1971, plasele sudate au fost produse aproape în exclusivitate în atelierele de armături ale fabricilor de prefabricate, fiind utilizate pe loc în majoritatea cazurilor. Un pas important

Tabela 1

Date asupra producției de plase sudate uzinate într-o serie de țări

Nr. crt.	Denumirea	U/M	Țara									
			Australia	R.F.G.	Franța	Anglia	Italia	Belgia	Suedia	Elveția	SUA	Austria
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Producția anuală	mii t	120	800	250	185	50	75	50	35	1 000	25
2	Producția anuală raportată la cap de locuitor	kg/om.an	10,0	14,0	5,0	3,0	1,0	8,0	6,0	7,0	5,0	3,5

NOTĂ: 1). Datele sînt la nivelul anului 1968

2). Datele se bazează pe materialele firmei austriece AVI-EVG și au caracter orientativ.

pentru introducerea plaselor sudate uzinate confecționate centralizat s-a realizat de către Trustul „Carpați" care, într-o primă etapă, a utilizat, la armarea unor structuri monolite de pe litoral, plase sudate confecționate în atelierele de armături ale fabricilor de prefabricate de la Militari-București și Craiova, iar în etapa actuală a dotat cu utilaje o linie de fabricație în cadrul Uzinei de sîrmă și produse de sîrmă (USPS) Buzău. Această linie livrează plase sudate pentru nevoile proprii ale trustului „Carpați", iar disponibilul este livrat altor beneficiari.

Se prevede ca în viitorul apropiat să se dea în funcțiune la USPS Buzău o secție de mare capacitate pentru producția de plase sudate uzinate, ceea ce va face ca acest mod de armare să capete o pondere importantă în ansamblul consumului de oțel-beton, devenind principalul mod de armare a plăcilor. Se apreciază că, în următorii ani, plasele sudate uzinate vor reprezenta cca 10% din consumul total de oțel-beton și peste 50% din oțelul-beton consumat în plăci.

În cadrul acțiunilor de pregătire a trecerii la utilizarea masivă a plaselor sudate uzinate, la finele anului 1970 au fost aprobate, prin ordinul M.C. Ind. nr. 354-N, „*Instrucțiunile tehnice pentru proiectarea armării elementelor de beton cu plase sudate*" (indicativ P 59—70) (1). Într-o primă perioadă, instrucțiunile au caracter condiționat, urmînd a fi folosite numai la elaborarea unor proiecte experimentale necesare pentru stabilirea eficienței tehnico-economice a acestora, iar pînă la finele anului 1971 ele să fie definitivate pe baza constatărilor rezultate din aplicarea lor la proiectele experimentale, a rezultatelor unor experimentări efectuate de INCERC, precum și pe baza altor date suplimentare de care se va dispune între timp. De asemenea, în cursul anului 1971 au avut loc și alte acțiuni legate de pregătirea introducerii plaselor sudate uzinate, între care se menționează elaborarea următoarelor lucrări(2):

1. Proiect de prototipuri de elemente pentru experimentări INCERC.
2. Sortimentul preliminar preferențial pentru producția pe prima linie de plase sudate uzinate.
3. Soluții de armare cu plase sudate uzinate produse pe prima linie de fabricație la USPS Buzău.
4. Stadiul actual și tendințele de dezvoltare a producției de plase sudate pe plan mondial.

În cele ce urmează se prezintă o serie de aspecte legate de acțiunile pentru introducerea în construcții a plaselor sudate uzinate.

3. PROBLEME REFERITOARE LA SORTIMENTUL DE PLASE SUDATE UZINATE

3.1. Stadiul actual al sortimentelor de plase sudate uzinate în diferite țări

În vederea elaborării sortimentului preliminar preferențial de plase sudate uzinate produse pe prima linie de fabricație de la USPS Buzău, au fost cercetate standarde și alte documentații referitoare la plase sudate uzinate din 16 țări. Într-o serie din acestea s-au elaborat sortimente preferențiale complete (Anglia, Australia, Austria, Franța, R.F. a Germaniei, India, S.U.A. și U.R.S.S.), iar în altele producția de plase sudate a fost reglementată prin sortimentele parțiale referitoare numai la un număr limitat de tipuri, sau prin condiții tehnice de calitate și de recepție (Belgia, Canada, R.S. Cehoslovacia, R.D. Germană, Israel, R.S.F. Iugoslavia, Japonia și Suedia).

Sortimentele plaselor sudate uzinate din țările din prima grupă susmenționată se caracterizează prin următoarele:

a. Toate sortimentele conțin atît plase cu ochiuri dreptunghiulare (destinate în special plăcilor armate pe o direcție), cît și plase cu ochiuri pătrate (destinate plăcilor armate cruciș și armării constructive).

(1) *Proiect ISART nr. 4134/IV a — Șef de proiect și elaborator: ing. G. Calmanovici — Șef atelier: ing. G. Niculescu*

(2) *Proiecte ISART nr. 4134/V a, b; 4134/VII și D—11—1. Șef de proiect: ing. G. Calmanovici. Șefi de atelier: ing. G. Niculescu, ing. P. Sufescu, ing. A. Brînzei.*

b. Plasele se confecţionează atît din sîrmă trefilată netedă, cît şi din bare profilate la rece, în majoritatea ţărilor predominînd sîrmele netede. În toate cazurile însă se utilizează oţeluri de rezistenţă superioară, cu limita de curgere ($\sigma_{0,2}$) ridicată (în general de cca 5000 kg/cm^2), ceea ce asigură o valorificare corespunzătoare a avantajelor plaselor sudate (tabela 2).

c. În general, diametrele barelor de rezistenţă ale plaselor sudate variază între 3...10 mm. Excepţie face R.F. a Germaniei, unde se produc şi plase din bare Ø 12 mm dublate, ceea ce duce la o secţiune de armătură pe 1 m mult mai mare decît în celelalte sortimente.

d. Numărul de tipuri de plase şi variaţia ariilor secţiunilor pe 1 m lăţime sînt astfel alese încît să se asigure o diferenţă cît mai mică între secţiunea de armătură rezultată din calcul şi cea a plasei celei mai apropiate care se poate găsi în sortiment. Astfel, pasul mediu de variaţie al seriei secţiunii de armături longitudinale a plaselor din sortimentele examinate se găseşte la limitele de cca 10—12 %, ceea ce înseamnă că plasele respective au, în medie, o secţiune de armături cu cca 5—6 % mai mare decît cea rezultată din calcul.

Această depăşire a ariei secţiunii reale a armăturii pe 1 m, faţă de cea rezultată din calcul, se mai poate reduce prin suprapunerea plaselor. Se menţionează, de asemenea, că nici la armarea cu bare izolate din diametrele uzinate nu se reuşeşte a se realiza exact secţiunea rezultată din calcul, datorită gamei limitate de diametre şi distanţe între bare.

Variaţia ariei secţiunii de armătură longitudinală pe 1 m a plaselor sudate se realizează, în general, printr-un număr mare de diametre de bare şi un număr redus de distanţe între bare. Astfel, în R.F. a Germaniei, la plasele ZETT cu bare, avînd diametre de 3...12 mm, se utilizează 21 de diametre diferite însă numai două distanţe între bare (10 şi 15 cm). În Austria, la acelaşi interval de diametre, se utilizează 15 diametre diferite, însă practic o singură distanţă între bare (10 cm). Totuşi, în unele ţări, cum ar fi S.U.A. şi U.R.S.S., se utilizează un număr redus de diametre de bare longitudinale (5—8) în intervalul 3...9 mm, însă un număr mai mare de distanţe între bare (3—4 distanţe).

e. În general, sortimentele de plase plane au standardizate lungimile şi lăţimile plaselor. O poziţie deosebită ocupă sortimentele din

Tabela 2

Caracteristicile sîrmei trase pentru plase sudate uzinate în diferite ţări

Nr. crt.	Ţara	Sursa	Rezistenţe minime: Rezistenţa la rupere kgf/mm²	Rezistenţe minime: Limita de curgere kgf/mm²	Observaţii
0	1	2	3	4	5
1	Anglia	Standardele B.S. 1221 : 1964 şi B.S. 785	58,3	49,2	
2	Australia	Standardele ASA 84-1966 şi ASA 82-1966	53,5	45,7	
3	Austria	Raportul deplasării ing. G. Calmanovici — 1968 şi ONORM B 4200 ed. 1965	60	50	
4	Belgia	Catalog S.I.C.C. — 1968 pt. plase tip Q.R.N. 48	59	50	
5	Canada	Standardele CSA G 30.5—1967 şi CSA G 30.3—1967	52,5	45,5	
6	Cehoslovacia	Standardul CSN 731201	54	45	
7	Franţa	Raportul delegaţiei cu profil complex-1967 şi B.A. 1966	52—61*	45—53	* Ø >6 mm — Ø≤ 6 mm
8	R. D. Germană	Instrucţiuni provizorii 1969 şi S.B.S.-000110	60	50	
9	R. F. a Germaniei	DIN 488 şi documentaţie Bau-stahl gewebe	56	50	profilat la rece
10	India	Standardele IS : 1566 : 1967 şi IS : 432 : 1966	55	44	
11	Israel	Standardele S.I. 580 şi S.I. 186	59	50	
12	Iugoslavia	Proiect de instrucţiuni-1969	56	50	
13	S.U.A.	Standardele ASTM A 185 şi ASTM A 82	52,5	45,5	
14	U.R.S.S.	Standardele GOST 8478-66 şi GOST 6727-53	45—55*	—**	* Ø ≥ 6 mm — Ø < 6 mm ** nu se specifică
15	R.S.R.	STAS 438-67 Ø 3—4 mm Ø 4,5—5,6 mm Ø 6—10 mm	60 55 45	45 40 35	

R.F. a Germaniei, unde, pe lîngă plase de stoc (*Lagermatten*) cu dimensiuni în plan standardizate, se produc și plase la care numai lățimea este standardizată (2,15 m), iar lungimea variază în limitele de 3...12 m (*ZETT-matten*), precum și plase „de pe listă" (*Listenmatten*) la care se pot comanda orice lungimi și lățimi, în limitele posibilităților mașinilor de sudat. Și în alte țări se prevede posibilitatea comandării și altor tipuri de plase în afara sortimentelor preferențiale, însă cu prețuri diferențiate.

f. La majoritatea sortimentelor, pentru o arie a secțiunii pe 1 m a barelor longitudinale corespunde o singură arie a secțiunii pe 1 m a barelor transversale, respectiv la plasele cu ochiuri pătrate, barele longitudinale și transversale au diametre egale. În acest sens face excepție sortimentul de plase sudate cu ochiuri pătrate *ZETT-matten* din R.F. a Germaniei la care, pentru o arie a secțiunii armăturii longitudinale pe 1 m corespund pînă la patru arii ale secțiunii armăturii transversale pe 1 m. Acest sortiment mai larg se pretează la o armare economică a plăcilor armate cruciș, deoarece se adaptează bine la diferitele rapoarte între laturile plăcii.

3.2. Premise pentru elaborarea sortimentului preliminar preferențial din țara noastră

a. La elaborarea propunerilor de sortiment s-a ținut seama, în primul rînd, de posibilitățile mașinii de sudat SMP-2650—50/75—9×100 cu care este dotată linia de fabricație (tabela 3 și fig. 1). Mașina respectivă poate suda plase cu lățimea maximă de 2650 mm între axele barelor longitudinale extreme.

Lungimea plaselor produse la USPS Buzău este limitată de dispunerea utilajului în hală și de dimensiunile cuptorului de detensionare, din care cauză plasele nu vor putea depăși de regulă 6,0 m. Suma diametrelor maxime ale barelor care se pot suda este în funcție de distanța între bare, în cazul distanței dintre bare de 100 mm, suma diametrelor maxime care se pot suda fiind de 15 mm (de exemplu 6 +9 mm). Mașina este semiautomată, lucrînd cu bare îndreptate și tăiate în prealabil, și permite o trecere ușoară de la un tip de plasă la altul.

b. S-a considerat că în situația țării noastre, cînd se pune acut problema economiei de oțel, nu este cazul să se elaboreze un sortiment prea limitat și, în special, nu este cazul să se standardizeze lungimea plaselor. De asemenea, s-a considerat interesant a se elabora un sortiment adecvat pentru plăcile armate cruciș după modelul plaselor sudate ZETT din R.F. a Germaniei, asigurînd prin aceasta economii de oțel la armătura de pe direcția cu solicitări mai reduse.

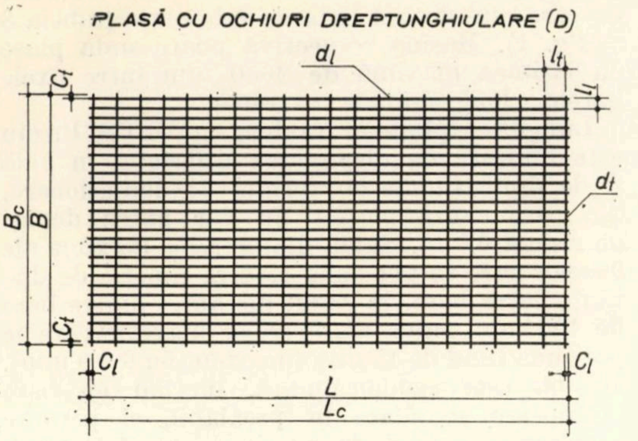
Utilizarea de plase sudate cu ochiuri pătrate și cu bare de diametre egale pe ambele direcții, în locul celor cu diametre diferite date în sor-

Tabela 3

Caracteristicile plaselor sudate care se pot confecționa la mașina SMP—2650-50/75—9×100

Nr. curent	Denumirea		Unitatea de măsură		
1	Lățimea maximă a plasei B_c (lung. max. a barelor transv.)		mm	2.750	
2	Lățimea minimă a plasei B_c (lung. minimă a barelor transv.)		mm	500	
3	Lățimea maximă între axele barelor long. extreme (B)		mm	2.650	
4	Distanța între axele barelor long. (l_l)		mm	50, 100 etc. și 75, 150 etc	
	multiplu de		mm	50 sau 75	
5	Distanța între axele barelor transv. (l_t)		mm	50—300	
	în trepte de		mm	fără trepte (1)	
6	Diametrul barelor longitudinale (d_l)		mm	3,0—10,0	
	Îndreptate și tăiate în prealabil (I.T.P.)		mm	I.T.P.	
7	Diametrul barelor transversale (d_t)		mm	3,0—10,0	
	Îndreptate și tăiate în prealabil (I.T.P.)			I.T.P.	
8	Suma diametrelor maxime care se pot suda pe toată lățimea mașinii ($d_t + d_l$)	pentru l_l = 50 mm	mm	11	se pot prevedea și bare long. dublate
		pentru l_l = 75 mm	mm	13	
		pentru l_l = 100 mm	mm	15	
		pentru l_l = 150 mm	mm	20	

NOTĂ: 1) Se pot prevedea două distanțe diferite între barele transversale în cuprinsul aceleiași plase.



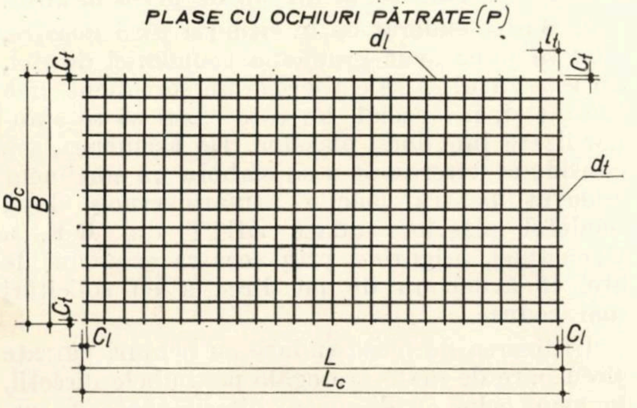


Fig. 1

L — Lungimea plaselor între axele barelor transversale extreme
L_c — Lungimea plaselor între capetele barelor longitudinale (inclusiv depăşirea C_l peste axele barelor transversales extreme)
B — Lăţimea plaselor între axele barelor longitudinale extreme.
B_c — Lăţimea plaselor între capetele barelor transv. (inclusiv depăşirea C_t peste axele barelor longitudinale extreme)
d_l — Diametrul barelor longitudinale
d_t — Diametrul barelor transversale
l_l — Distanţa între axele barelor longitudinale
l_t — Distanţa între axele barelor transversale
C_l — Depăşirea capetelor barelor longitudinale peste axele barelor transversale extreme
C_t — Depăşirea capetelor barelor transv. peste axele barelor longitudinale extreme

timent, poate duce, în cazul calculului solicitărilor în stadiul elastic, la un supraconsum de armături de peste 25%.

c. Sortimentul prevede utilizarea sîrmei trefilate mate (STM) STAS 438-67, care se produce la USPS Buzău. Această sîrmă are însă rezistenţa de calcul şi limite de curgere reduse, în special la diametrele din intervalul 6...10 mm. De aceasta s-a ţinut seama prevăzîndu-se cu precădere plase alcătuite din bare subţiri. De asemenea, s-a solicitat producătorului producerea de sîrmă trefilată mată la nivelul ţărilor străine, cu limita de curgere de minimum 4500 kg/cm² pentru tot intervalul de diametre 3...10 mm (tabela 2). Prin aceasta s-ar crea condiţii de utilizare mai eficientă a plaselor sudate. Creşterea limitei de curgere, respectiv a rezistenţei de calcul în domeniul diametrelor mai mari (4,5...10 mm) ar duce la unele modificări în actuala propunere de sortiment preliminar preferenţial.

Utilizarea STM STAS 438—67 a condiţionat şi intervalele de diametre ale plaselor, respectiv s-au prevăzut plase cu diametrele între 3 şi 10 mm.

d. La stabilirea numărului de tipuri de plase s-a pornit de la ideea asigurării unei variaţii a ariei secţiunii pe 1 m, care să ducă la o armare cît mai economică, fără însă a rezulta un număr prea mare de tipuri; sortimentul propus prezintă unele asemănări cu sortimentul de plase ZETT din R.F. a Germaniei, care s-a apreciat că se apropie cel mai mult de condiţiile actuale din ţara noastră. Spre deosebire însă de situaţia din R.F. a Germaniei, unde se dispune de 21 de diametre de bare în intervalul 4,0...12,0 mm, în ţara noastră nu se dispune decît de 10 diametre în intervalul 3...10 mm.

Numărul redus de diametre de care se dispune face necesară utilizarea unui număr mai mare de distanţe între barele longitudinale, pentru a se putea realiza o variaţie gradată a ariei secţiunii pe 1 m. Astfel, plasele ZETT din R.F. a Germaniei au numai două distanţe între barele longitudinale (10 şi 15 cm), în timp ce, în cazul sortimentului propus, a fost necesară şi introducerea celei de a treia distanţe (20 cm).

În acelaşi timp s-a urmărit o reducere a numărului de tipuri de plase faţă de cele 512 tipuri posibile, care rezultau din nomenclatorul informativ dat în „*Instrucţiunile tehnice P. 59—70*" şi de cele 354 tipuri care rezultau din nomenclatorul proiectului IPCT nr. 4386/B.

3.3. Caracteristicile sortimentului preliminar preferenţial (SPP) propus

Sortimentul preliminar preferenţial propus (tabela 4) pentru a fi confecţionat pe prima linie de fabricaţie de la USPS Buzău are următoarele caracteristici principale :

3.3.1. Diametrul barelor longitudinale : 3...10 mm

3.3.2. Diametrul barelor transversale :
a) la plase cu ochiuri dreptunghiulare : 3...5 mm
b) la plase cu ochiuri pătrate : 3...10 mm

3.3.3. Număr de diametre de bare
a) longitudinale
— la plase cu ochiuri dreptunghiulare: 9
— la plase cu ochiuri pătrate : 10
b) transversale
— la plase cu ochiuri dreptunghiulare: 6
— la plase cu ochiuri pătrate : 10

3.3.4. Distanța între barele longitudinale: 10, 15, 20 cm

3.3.5. Număr de distanțe între barele longitudinale: 3

3.3.6. Distanțe între barele transversale:
— la plase cu ochiuri dreptunghiulare: 25 cm
— la plase cu ochiuri pătrate: 10, 15, 20 cm

3.3.7. Număr de tipuri de plase:
— cu ochiuri dreptunghiulare 21
— cu ochiuri pătrate 73
din care:
— număr de combinații de diametre și distanțe între barele longitudinale: 28

3.3.8. Aria secțiunii de armătură pe 1 m:
a) bare longitudinale ale plaselor
— cu ochiuri dreptunghiulare: 0,35...6,36 cm^2/m
— cu ochiuri pătrate: 0,35...5,24 cm^2/m
b) bare transversale ale plaselor:
— cu ochiuri dreptunghiulare: 0,28...0,78 cm^2/m
— cu ochiuri pătrate: 0,35...5,24 cm^2/m

3.3.9. Număr de trepte de variație a ariei armăturii longitudinale pe 1 m:
— la plase cu ochiuri dreptunghiulare: 20
— la plase cu ochiuri pătrate: 25

3.3.10. Număr de trepte de variație a ariei armăturii transversale pe 1 m:
— la plase cu ochiuri dreptunghiulare: 5
— la plase cu ochiuri pătrate: 25

3.3.11. Intervalul mediu între două valori ale ariilor secțiunii armăturii pe 1 m:
a) la plase cu ochiuri dreptunghiulare:
— barele longitudinale

$$\frac{6,36-0,35}{20}=\frac{6,01}{20}=0,30\ cm^2/m$$

— barele transversale

$$\frac{0,78-0,28}{5}=\frac{0,50}{5}=0,10\ cm^2/m$$

b) la plase cu ochiuri pătrate:

— barele longitudinale

$$\frac{5,24-0,35}{25}=\frac{4,89}{25}=0,20\ cm^2/m$$

— barele transversale

$$\frac{5,24-0,35}{25}=\frac{4,89}{25}=0,20\ cm^2/m$$

Tabela 4

Caracteristicile generale ale sortimentului preliminar preferențial pentru prima linie de la U.S.P.S.-Buzău

Nr. curent	Forma ochiurilor	Diametrul barelor: Long.	Diametrul barelor: Transv.	Indicativ secundar	Distanța între barele long.: 10	15	20	Nr. de tipuri de plase după distanțele între barele: long.-transv.	numai long.	Domeniul de utilizare la plăci armate cruciș cu $l_2 : l_1$
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	D	3	3	—	—	●	●	2	3	1,2–2,0
2	P			*a*	●	●	●	3		1,0–1,1
3	D	3,55	3	—	●	●	—	2	2	—
4	P		3,55	*a*	●	●	—	2		1,0–2,0
5	D	4	3	—	●	●	●	3	3	—
6	P		4	*a*	●	●	●	3		1,0–1,3
7			3,55	*b*	●	●	●	3		1,4–2,0
8	D	4,5	3	—	●	●	●	3	3	—
9	P		4,5	*a*	●	●	●	3		1,0–1,1
10			3,55	*b*	●	●	●	3		1,2–1,4
11			3	*c*	●	●	—	2		1,5–2,0
12	D	5	3,55	—	●	●	—	2	3	—
13	P		5	*a*	●	●	●	3		1,0–1,1
14			4	*b*	●	●	●	3		1,2–1,3
15			3,55	*c*	●	●	●	3		1,4–2,0
16	D	5,6	3,55	—	●	—	●	2	3	—
17	P		5,6	*a*	●	●	●	3		1,0–1,2
18			4,5	*b*	●	●	●	3		1,3–1,4
19			3,55	*c*	●	●	●	3		1,5–2,0
20	D	7,1	4	—	●	—	●	2	3	—
21	P		7,1	*a*	●	●	●	3		1,0–1,2
22			5,6	*b*	●	●	●	3		1,3–1,4
23			5	*c*	●	●	●	3		1,5–1,6
24			4	*d*	●	●	●	3		1,7–2,0
25	*D*	8	4,5	—	●	●	●	3	3	—
26	P		8	*a*	—	●	●	2		1,0–1,1
27			7,1	*b*	—	●	●	2		1,2–1,3
28			5,6	*c*	—	●	●	2		1,4–1,6
29			4,5	*d*	—	●	●	2		1,7–2,0
30	D	9	5	—	●	●	—	2	3	—
31	P		9	*a*	—	●	●	2		1,0–1,2
32			7,1	*b*	—	●	●	2		1,3–1,4
33			5,6	*c*	—	●	●	2		1,5–1,6
34			5	*d*	—	●	●	2		1,7–2,0
35	D	10	—	—	—	—	—	—	2	—
36	P		10	*a*	—	●	●	2		1,0–1,2
37			8	*b*	—	●	●	2		1,3–1,4
38			7,1	*c*	—	●	●	2		1,5–1,6
39			5,6	*d*	—	●	●	2		1,7–2,0
TOTAL					25	36	33	94	27	

NOTA

1. La plasele cu ochiuri pătrate (P) distanța între barele transversale este egală cu cea dintre barele longitudinale. La plasele cu ochiuri dreptunghiulare (D) distanța între barele transversale este în toate cazurile de 25 cm.

2. Domeniul de utilizare avantajos (col. 10) este dat pentru distanțele minime între barele longitudinale (10, respectiv 15 cm)

3.3.12. Valoarea medie a ariei secţiunii de armătură pe 1 m a sortimentului:
a) la plase cu ochiuri dreptunghiulare:
— barele longitudinale

$$\frac{6,36+0,35}{2}=3,36\,cm^2/m$$

— barele transversale

$$\frac{0,78+0,28}{2}=0,54\,cm^2/m$$

b) la plase cu ochiuri pătrate:
— barele longitudinale

$$\frac{5,24+0,35}{2}=2,80\,cm^2/m$$

— barele transversale

$$\frac{5,24+0,36}{2}=2,80\,cm^2/m$$

3.3.13. Pasul mediu de variaţie al ariei secţiunii de armătură pe 1 m:
a) la plase cu ochiuri dreptunghiulare:
— barele longitudinale

$$\frac{0,30}{3,36}\times 100 = 9,0\,\%$$

— barele transversale

$$\frac{0,10}{0,53}\times 100 = 18,9\,\%$$

b) la plasele cu ochiuri pătrate:
— barele longitudinale

$$\frac{0,20}{2,80}\times 100 = 7,2\,\%$$

— barele transversale

$$\frac{0,20}{2,80}\times 100 = 7,2\,\%$$

3.3.14. Depăşirea medie a ariei secţiunii de armătură din sortiment faţă de cea rezultată din calcul:
a) la plase cu ochiuri dreptunghiulare:
— barele longitudinale

$$\frac{9,0}{2} = 4,5\ \%$$

b) la plase cu ochiuri pătrate:
— barele longitudinale şi transversale

$$\frac{7,2}{2} = 3,6\,\%$$

— barele transversale

$$\frac{0,20}{4,89}\times 100 = 4,1\,\%$$

3.3.15. Material utilizat: sîrmă trefilată mată netedă STAS 438-67:
— limita de curgere ($\sigma_{0,2}$): 3500—4500 kg/cm²
— rezistenţa de calcul (cf. STAS 8000-67 şi P. 58 — 70): 2800 — 3600 kg/cm²

3.3.16. Lungimea plaselor: maximum 6,0 m

3.3.17. Lăţimea plaselor: preferenţial 2,60 cm (între axele barelor longitudinale extreme)
— posibil: 0,50—2,65 m (între axele barelor longitudinale extreme).

3.3.18. Depăşirea minimă a capetelor barelor longitudinale peste axele barelor transversale extreme: 2,5 cm
— idem a barelor transversale peste axele barelor longitudinale extreme 1,0 cm.

După cum rezultă, sortimentul preliminar preferenţial propus se caracterizează, faţă de majoritatea sortimentelor din alte ţări, printr-un număr relativ mai redus de diametre de bare şi printr-un număr mai mare de distanţe între bare. În ceea ce priveşte numărul de tipuri de plase şi pasul mediu de variaţie a ariei secţiunii, sortimentul propus prezintă asemănări cu sortimentul de plase ZETT din R.F. a Germaniei, fiind deosebit de indicat pentru armarea economică a plăcilor armate cruciş.

Pe măsura dezvoltării producţiei şi acumulării de experienţă, atît în ceea ce priveşte aplicaţiile în proiectare, cît şi prin studierea comenzilor pe care le va primi fabrica după intrarea în funcţiune, sortimentul va putea fi restrîns. De asemenea, sortimentul urmează a fi adaptat la posibilităţile maşinilor cu care va fi echipată secţia de mare capacitate din etapa finală.

Pentru a se facilita utilizarea sortimentului de către proiectanţi, tipurile de plase sudate au fost aranjate în ordinea crescătoare a ariilor secţiunilor echivalente pe 1 m lăţime. Echivalarea s-a făcut pentru rezistenţa de calcul minimă R_a = 2800 kgf/cm², corespunzătoare grupei de diametre 6...10 mm. De asemenea, în sortiment s-a dat şi aria secţiunii reale de armătură necesară verificării încadrării în procentul minim de armare, precum şi greutatea plaselor pe 1 m².

BIBLIOGRAFIE

[1] Calmanovici G.: *Plase sudate pentru beton armat. Unele probleme de proiectare şi utilizare în construcţii.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 2/1964, p. 67—78

[2] Calmanovici G.: *Utilizarea plaselor sudate la construcţii de beton armat în Austria.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 4/1969, p. 208—211

[3] *** *Producerea şi utilizarea plaselor sudate în R.F. a Germaniei.* Revista Construcţii, nr. 3/1971, p. 57—58

[4] *** *Linia automată în lanţ pentru producţia de plase sudate late în URSS.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 3/1964

[5] *** *Raport tehnic asupra deplasării în Franţa a unei delegaţii cu profil complex pentru documentare în problema plaselor sudate (17 aprilie — 4 mai 1967).* Bucureşti, CSCAS, 1967, 140 p., 74 fig.

[6] *** *Producţia şi utilizarea plaselor sudate în R.F. a Germaniei.* Promîşlenoe stroitelstvo (URSS), nr. 10/1970

[7] *** *AVI-EVG — Material documenar editat cu prilejul împlinirii a 20 de ani de activitate a firmei.* Graz, 1969

[8] Polihammer E.: *Armături din oţel de construcţii şi bioţelul în practică.* Conferinţă ţinută cu prilejul zilelor tehnico-ştiinţifice austriece. Bucureşti, 15 mai 1968, Publicom, 29 p.

[9] Calmanovici G.: *Utilizarea armăturilor sudate în construcţii.* Sinteză documentară. Bucureşti, CDCAS, 1969, 26 p., 26 fig.

CALCULUL SPAŢIAL AL CONSTRUCŢIILOR MULTIETAJATE

ţinînd seama de rigiditatea la răsucire a elementelor structurale

Ing. **EINAR KEINTZEL**

Calculul spaţial al construcţiilor multietajate se efectuează în majoritatea cazurilor fără considerarea rigidităţii la răsucire a elementelor structurale, această rigiditate fiind de obicei practic neglijabilă faţă de rigiditatea lor la încovoiere şi lunecare [10], [11]. În unele cazuri însă, la structurile în alcătuirea cărora intră un nucleu cu pereţi de beton armat conţinînd puţurile ascensoarelor, casa scării, coşul de fum şi anumite spaţii pentru instalaţii, rigiditatea la răsucire a acestui nucleu poate deveni apreciabilă, neglijarea ei nemaifiind justificată ([2],[7],[9],[10],[11]). În [7] se deduc pentru acest caz relaţii pentru calculul spaţial al construcţiilor multietajate, reduse la o bară (fig. 1 *a*), încărcate cu sarcini orizontale uniform distribuite pe înălţimea construcţiei, ţinînd seama de rigiditatea la răsucire a nucleului. În prezenta lucrare se generalizează aceste relaţii pentru sarcina orizontală, avînd o distribuţie trapezoidală (fig. 1 *b*), ducînd la un moment de răsucire distribuit, acţionînd construcţia în ansamblu, avînd tot o distribuţie trapezoidală (fig. 1 *c*), din această sarcină putîndu-se obţine prin particularizare atît sarcina dată de vînt, cît şi cea seismică. Pentru calcul, şi distribuţia discretă a legăturilor structurii reale se înlocuieşte printr-o distribuţie continuă. Considerarea concomitentă a influenţei tuturor deformaţiilor posibile ducînd la relaţii foarte complicate, se vor trata numai două cazuri particulare : structura constituită din nucleu şi din diafragme cu deformaţii din moment încovoietor şi forţă tăietoare, încastrate perfect într-o infrastructură indeformabilă, şi structura constituită din nucleu şi diafragme ale căror deformaţii din forţă tăietoare se neglijează, încastrate elastic la bază.

1. NOTAŢII PRINCIPALE

u', v' — coordonate carteziene într-un plan orizontal
u, v — coordonate carteziene într-un plan orizontal, paralele cu direcţiile u', v' şi avînd originea în centrul de rigiditate elastică a construcţiei
x — cota unui punct faţă de baza construcţiei
H — înălţimea construcţiei
y — deplasarea orizontală a construcţiei
Φ — unghiul de răsucire a construcţiei
R^i_{jk} — rigiditatea relativă de nivel a elementului i, acţionat pe direcţia j, faţă de o deplasare pe direcţia k
R^j_k — rigiditatea relativă de nivel a elementului i, acţionat pe direcţia k, faţă de o deplasare pe direcţia k
EI — rigiditate la încovoiere
GA — rigiditate la lunecare
GI_t — rigiditate la răsucire de tip Saint-Venant
EI_ω — rigiditate la încovoiere-răsucire
p — sarcina orizontală distribuită
Q — forţa tăietoare, solicitînd construcţia în ansamblu
m — moment de răsucire distribuit
M_{tc} — moment de răsucire exterior, solicitînd construcţia în ansamblu
M_t — moment de răsucire de tip Saint-Venant
M_ω — moment de încovoiere-răsucire
B — bimoment de încovoiere-răsucire

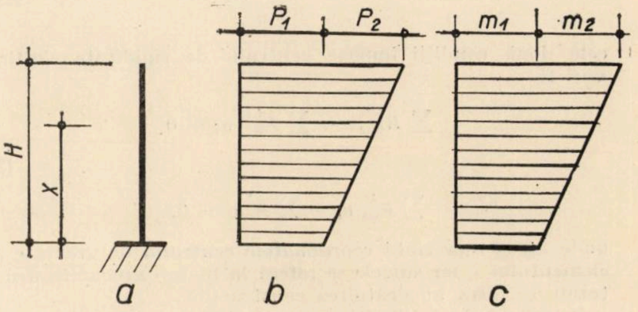


Fig. 1

2. CENTRUL DE RIGIDITATE ELASTICĂ AL CONSTRUCŢIEI

Se consideră o construcţie, constituită din mai multe elemente structurale i, avînd pe direcţiile lor principale *1, 2* rigidităţile relative de nivel R^i_1, R^i_2, direcţiile principale ale elementului structural i formînd cu un sistem de axe $u'Ov'$ unghiul α_i (fig. 2).

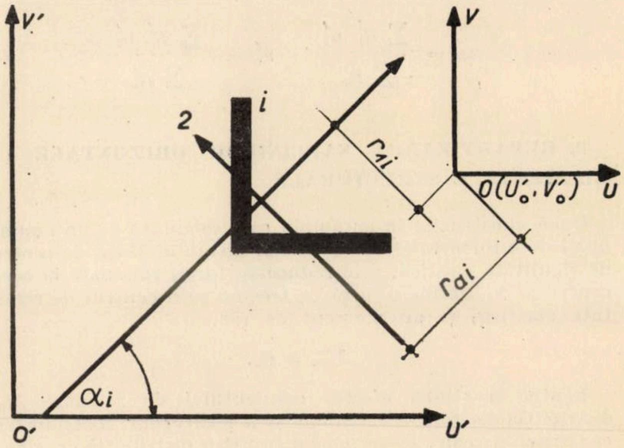


Fig. 2

(*Notaţia* r_{ai} *din fig. 2 se va citi* r_{zi})

Pentru a provoca o translaţie unitară a elementului i pe direcţia u', este necesar să se aplice elementului forţa

$$R^i_u = R^i_1 \cos^2 \alpha_i + R^i_2 \sin^2 \alpha_i,$$

acţionînd pe direcţia u', şi forţa

$$R^i_v = (R_1 - R_2) \sin \alpha_i \cos \alpha_i,$$

acționînd pe direcția v', forțele R_u^i și R_{uv}^i reprezentînd rigiditățile relative de nivel ale elementului i după direcția u' [4], [8].

În mod analog se obține pentru direcția v'

$$R_v^i = R_1^i \sin^2 \alpha_i + R_2^i \cos^2 \alpha_i$$

$$R_{vu}^i = (R_1 - R_2) \sin \alpha_i \cos \alpha_i = R_{uv}^i.$$

Se va denumi centru de rigiditate elastică a nivelului, punctul de coordonate u_0', v_0', față de care atît momentele tuturor forțelor R_u^i, R_{uv}^i, corespunzînd translației unitare a nivelului în întregime pe direcția u', cît și momentele tuturor forțelor R_v^i, R_{uv}^i, corespunzînd translației unitare a nivelului în întregime pe direcția v', sînt nule. Mutînd originea sistemului de coordonate în centrul de rigiditate elastică și notînd noile coordonate cu u, v, adică făcînd o translație de axe, definită prin relațiile

$$u = u' - u_0'$$

$$v = v' - v_0', \tag{1}$$

cele două condiții impuse centrului de rigiditate elastică vor fi

$$\sum R_u^i v_i - \sum R_{uv}^i u_i = 0$$

$$\sum R_{vu}^i v_i - \sum R_v^i u_i = 0, \tag{2}$$

unde u_i, v_i reprezintă coordonatele centrului de greutate al elementului i, iar sumele se referă la toate elementele structurale ce intră în alcătuirea construcției.

Introducînd relațiile (1) în (2), se obține sistemul de ecuații

$$\sum R_u^i v_i' - v_0' \sum R_u^i - \sum R_{uv}^i u_i' + u_0' \sum R_{uv}^i = 0$$

$$\sum R_{vu}^i v_i' - v_0' \sum R_{vu}^i - \sum R_v^i u_i' + u_0' \sum R_v^i = 0, \tag{3}$$

din care se determină coordonatele u_0', v_0' ale centrului de rigiditate elastică.

În cazul particular în care pentru toate elementele structurale $R_{uv}^i = 0$, centrul de rigiditate elastică se confundă cu centrul de greutate al rigidităților R_u^i, R_v^i:

$$u_0' = \frac{\sum R_v^i u_i'}{\sum R_v^i}; \quad v_0' = \frac{\sum R_u^i v_i'}{\sum R_u^i} \tag{4}$$

3. REPARTIZAREA SARCINILOR ORIZONTALE LA ELEMENTELE STRUCTURALE

Dacă construcția în ansamblu este solicitată la un anumit nivel de o forță tăietoare Q, avînd distanța e față de centrul de rigiditate elastică, prin reducerea forței tăietoare la acest centru se va obține o forță Q, trecînd prin centrul de rigiditate elastică, și un moment de răsucire

$$M_{t0} = Q_e.$$

Pentru a studia efectul momentului de răsucire M_{t0}, distribuția discretă a sarcinilor și a legăturilor, corespunzînd construcției reale, se va înlocui printr-o distribuție continuă, iar rigiditățile relative de nivel R_u^i, R_v^i, R_{uv}^i se vor înlocui prin momentele de inerție I_u^i, I_v^i, I_{uv}^i, construcția în ansamblu reducîndu-se la o bară. Rigiditatea la încovoiere — răsucire a acestei bare are expresia :

$$EI_\omega = E\left(\sum I_u^i v_i^2 + \sum I_v^i u_i^2 - 2 \sum I_{uv}^i u_i v_i\right), \tag{5}$$

iar rigiditatea barei la răsucire de tip Saint-Venant este

$$GI_t = G \sum I_t^i, \tag{6}$$

I_t^i fiind momentul de inerție la răsucire al elementului structural i.

Dacă se notează cu $\Phi(x)$ unghiul de rotire a secțiunii barei în jurul centrului de rigiditate elastică, momentul de încovoiere-răsucire, preluat de construcție datorită rigidității la încovoiere cu forță tăietoare a elementelor structurale, are expresia [3], [7]

$$M_\omega = EI_\omega \Phi''', \tag{7}$$

iar momentul de răsucire, preluat datorită rigidității la răsucire de tip Saint-Venant a acestor elemente, este

$$M_t = -GI_t \Phi', \tag{8}$$

între valorile M_ω, M_t existînd relația

$$M_{t\,0} = M_\omega + M_t. \tag{9}$$

În cazul neglijării rigidității la răsucire a elementelor structurale,

$$M_t = 0$$

$$M_\omega = M_{t0}.$$

După cum se arată în [2], această neglijare duce la rezultate foarte apropiate de cele exacte pentru $H/\lambda \leqslant 0{,}5$, λ avînd expresia din relația (11).

Funcția $\Phi(x)$ se determină rezolvînd ecuația diferențială a răsucirii împiedicate a barei [3], [7], [11]

$$\lambda^2 \Phi'''' - \Phi'' = -\frac{m(x)}{GI_t}, \tag{10}$$

unde

$$\lambda^2 = \frac{EI_\omega}{GI_t}, \tag{11}$$

iar $m(x)$ reprezintă momentul de răsucire distribuit la cota x (vezi fig. 1 c).

Dacă se ține seama și de deformațiile din forță tăietoare ale elementelor structurale, presupunînd că pentru fiecare element structural i există același raport între rigiditățile la încovoiere, corespunzînd direcțiilor principale (EI_1, EI_2) și rigiditățile la lunecare, corespunzînd acelorași direcții ($GA_1 = GA/k_1$, $GA_2 = GA/k_2$), astfel încît

$$\left(\frac{EI_1}{GA_1}\right)^i = \left(\frac{EI_2}{GA_2}\right)^i = c, \tag{12}$$

valoarea c nedepinzînd de i, ecuația (10) devine [7]

$$\lambda_1^2 \Phi'''' - \Phi'' = -\frac{m(x) - cm''(x)}{GI_t}, \tag{13}$$

unde

$$\lambda_1^2 = \lambda^2 + c. \tag{14}$$

Notînd cu $\bar{y}_u$, $\bar{y}_v$ niște valori proporționale cu translațiile construcției în ansamblu pe direcțiile u, v și cu Q_u, Q_v componentele forței tăietoare Q după aceste direcții, există relațiile [5]

$$Q_u = \bar{y}_u \sum I_u^i + \bar{y}_v \sum I_{uv}^i$$

$$Q_v = \bar{y}_u \sum I_{uv}^i + \bar{y}_v \sum I_v^i. \tag{15}$$

Calculînd valorile $\bar{y}_u$, $\bar{y}_v$ din sistemul de ecuații (15) și cunoscînd momentul de încovoiere-răsucire M_ω, rezultă forțele tăietoare în elementul structural i

$$Q_u^i = I_u^i \bar{y}_u + I_{uv}^i \cdot \bar{y}_v + \frac{I_u^i v_i - I_{uv}^i u_i}{I_\omega} M_\omega$$

$$Q_v^i = I_{uv}^i \bar{y}_u + I_v^i \bar{y}_v + \frac{I_v^i u_i - I_{uv}^i v_i}{I_\omega} M_\omega, \tag{16}$$

iar momentele încovoietoare în acest element structural rezultă, integrînd expresiile (16), între limitele x, H.

În cazul particular al structurilor la care direcţiile principale ale tuturor elementelor structurale coincid cu direcţiile u, v, deoarece orice $I^i_{uv} = 0$, relaţiile (16) devin

$$Q^i_u = \frac{I^i_u}{\sum I^i_u} Q_u + \frac{I^i_u\, v_i}{I_\omega} M_\omega$$

$$Q^i_v = \frac{I^i_v}{\sum I^i_v} Q_v + \frac{I^i_v\, u_i}{I_\omega} M_\omega, \qquad (17)$$

iar pentru momentele încovoietoare în elementul structural i se obţine

$$M^i_u = \frac{I^i_u}{\sum I^i_u} M_u + \frac{I^i_u\, v_i}{I_\omega} B$$

$$M^i_v = \frac{I^i_v}{\sum I^i_v} M_v + \frac{I^i_v\, u_i}{I_\omega} B, \qquad (18$$

unde M_u, M_v reprezintă momentele din sarcini exterioare, solicitînd construcţia în ansamblu pe direcţiile u, v, iar B reprezintă bimomentul de încovoiere-răsucire

$$B = \int_x^H M_\omega \, dx \qquad (19)$$

4. RIGIDITATEA LA RĂSUCIRE A ELEMENTELOR STRUCTURALE

După cum s-a arătat în introducere, rigiditatea la răsucire a elementelor structurale este în mod curent neglijată în calcul. Această neglijare este practic justificată în cazul cadrelor şi al diafragmelor cu secţiune deschisă, pe cînd la diafragmele cu secţiune închisă (în formă de tuburi), rigiditatea la răsucire nu mai este neglijabilă. Astfel, notînd, pentru cele două diafragme cu secţiunile din figura 3, cu s lungimea conturului, cu d grosimea pereţilor şi cu F suprafaţa cuprinsă în interiorul conturului s, momentul de inerţie la răsucire al diafragmei cu secţiune deschisă din figura 3 a este, după [3],

$$I'_t = \frac{sd^3}{3}, \qquad (20)$$

iar cea a diafragmei cu secţiune închisă din figura 3b are valoarea mult mai mare

$$I''_t = \frac{4F^2 d}{s}. \qquad (21)$$

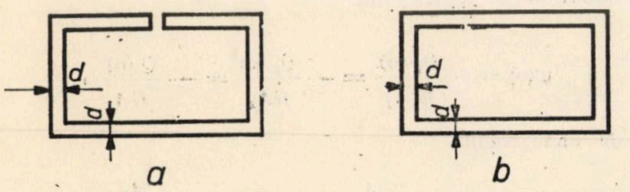


Fig. 3

Considerînd, de exemplu, o diafragmă cu secţiune tubulară pătrată, avînd latura de 5,0 m (F = 25,0 m², s = 20,0 m) şi grosimea pereţilor d = 0,15 m, rezultă

$$\frac{I''_t}{I'_t} = \frac{4 \cdot 25{,}0^2 \cdot 0{,}15}{20{,}0} \cdot \frac{3}{20{,}0 \cdot 0{,}15^3} = 833.$$

Cazul real al nucleelor construcţiilor multietajate se va situa, din cauza golurilor de uşi, între cazul secţiunii deschise şi cel al secţiunii închise.

Pentru cazul cel mai simplu al unui tub cu un şir de goluri (fig. 4) se deduce în [7] o expresie aproximativă a momentului de inerţie la răsucire, ce se poate aduce la forma

$$I_t = I'_t + \mu I''_t, \qquad (22)$$

I'_t şi I''_t corespunzînd relaţiilor (20), (21), iar factorul de corecţie μ avînd expresia

$$\mu = 1{,}5 \frac{E}{G} \frac{I_r\, s}{a^3 h d}, \qquad (23)$$

unde I_r reprezintă momentul de inerţie al unui buiandrug, notaţiile a, h rezultînd din figura 4.

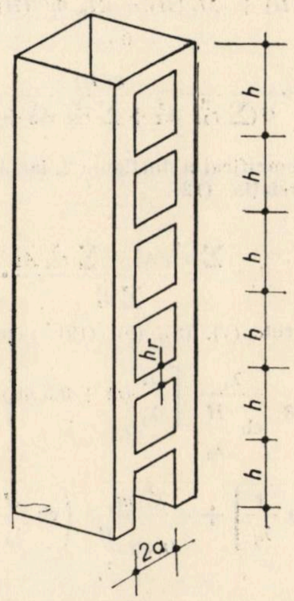


Fig. 4

Expresiile (22), (23) fiind aproximative, nu se poate regăsi din ele, punînd $h_r = h$, relaţia (21), corespunzînd cazului secţiunii închise. În cazul unor buiandrugi cu raportul h_r/a relativ mare, se pot lua în considerare şi deformaţiile de lunecare ale buiandrugilor, înlocuind momentul de inerţie I_r prin

$$I^e_r = \frac{I_r}{1 + 0{,}75 \left(\frac{h_r}{a}\right)^2}.$$

Pentru cazurile mai complicate ale nucleelor cu mai multe şiruri de goluri şi cu pereţi intermediari, stabilirea momentului de inerţie la răsucire va avea în general un caracter de apreciere. Astfel, la proiectarea clădirii cu 46 etaje *Les Poissons* din Paris, nucleul avînd mai multe şiruri de goluri şi mai mulţi pereţi intermediari, s-a considerat în calcul ca un tub fără goluri, apreciind că efectul pereţilor intermediari va compensa într-o oarecare măsură pe cel al golurilor [7].

Se mai menţionează că valorile eforturilor, la calculul cărora s-a ţinut seama de rigiditatea la răsucire a elementelor structurale, sînt aproximative şi prin faptul că această rigiditate se reduce mai mult în urma fisurării elementelor de beton armat decît rigiditatea la încovoiere, astfel încît în stadiul II momentele M_ω vor fi mai mari, iar momentele M_t vor fi mai mici decît cele calculate în stadiul elastic [1], [6]. Se precizează însă că folosirea factorului de reducere a rigidităţii la răsucire, reprodus în [1] conform proiectului de revizuire DIN 2424 (redactarea din martie 1968), pentru elemente a căror rigiditate la răsucire se calculează printr-o relaţie de tipul relaţiei (20), nu poate fi extinsă la elemente a căror rigiditate la răsucire se calculează prin relaţia (21). Pentru acest din urmă caz se dau relaţii în lucrarea recentă [13].

5. STRUCTURA ÎNCASTRATĂ PERFECT LA BAZĂ, CU DEFORMAŢII DIN MOMENT ÎNCOVOIETOR ŞI DIN FORŢĂ TĂIETOARE

Pentru structura constituită din nucleu şi diafragme, cu deformaţii din moment încovoietor şi forţă tăietoare, toate elementele structurale fiind încastrate perfect într-o infrastructură indeformabilă, unghiul de răsucire $\Phi(x)$ s-a determinat rezolvînd ecuaţia (13) pentru momentul $m(x)$ din figura 1 c, respectînd condiţiile la limită [7]

$$\Phi(o) = 0 \tag{24}$$

$$\Phi'(o) = \frac{M_{t0}(0)}{G(\sum r_{1i}^2 A_1^i + \sum r_{2i}^2 A_2^i + \sum I_t^i)} \tag{25}$$

$$M_{t0}(H) = M_\omega(H) + M_t(H) = EI_\omega \Phi'''(H) - GI_t \Phi'(H) = 0 \tag{26}$$

$$\Phi''(H) = \frac{m(H)}{G(\sum r_{1i}^2 A_1^i + \sum r_{2i}^2 A_2^i + \sum I_t^i)}, \tag{27}$$

r_{1i} şi r_{2i} avînd semnificaţia din figura 2, iar A_1^i, A_2^i avînd semnificaţia din relaţia (12).
Punînd

$$\delta = \frac{\sum r_{1i}^2 A_1^i + \sum r_{2i}^2 A_2^i}{\sum I_t^i}. \tag{28}$$

şi aplicînd relaţiile (7), (8), (9), (19), rezultă

$$M_\omega = \frac{\delta}{1+\delta} \frac{\lambda_1}{\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1}} \left[\frac{H}{\lambda_1}(m + 0{,}5\, m_2) \operatorname{ch}\frac{H-x}{\lambda_1} - (m_1 + m_2) \operatorname{sh}\frac{x}{\lambda_1}\right] + \frac{\lambda_1^2 m_2}{H \operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1}} \left(\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1} - \operatorname{ch}\frac{H-x}{\lambda_1}\right), \tag{29}$$

$$M_t = M_{t0} - M_\omega = m_1 (H - x) + 0{,}5\, m_2 \left(H - \frac{x^2}{H}\right) - M_\omega, \tag{30}$$

$$B = \frac{\delta}{1+\delta} \frac{\lambda_1}{\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1}} \left[H(m_1 + 0{,}5\, m_2) \operatorname{sh}\frac{H-x}{\lambda_1} - \lambda_1(m_1 + m_2)\left(\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1} - \operatorname{ch}\frac{x}{\lambda_1}\right)\right] + \frac{\lambda_1^2 m_2}{H \operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1}} \left[(H - x) \operatorname{ch}\frac{H}{\lambda_1} - \lambda_1 \operatorname{sh}\frac{H-x}{\lambda_1}\right]. \tag{31}$$

Dacă se neglijează deformaţiile elementelor structurale din forţă tăietoare, se introduce în relaţiile (29), (30), (31)

$$\lim_{A_i \to \infty} \frac{\delta}{1+\delta} = 1.$$

Se observă că pentru acest caz

$$M_\omega(o) = M_{t0}(o) = (m_1 + 0{,}5\, m_2) H$$

$$M_t(o) = 0.$$

Pentru cazul structurilor ce nu îndeplinesc condiţia (12) şi la care se va introduce o valoare intermediară a constantelor c_i, atît relaţiile (29), (31) pentru determinarea solicitărilor M_ω, B, cît şi relaţiile (15), (16), (17), (18), pentru repartizarea solicitărilor Q_u, Q_v, M_ω, B la elemente structurale, devin aproximative.

În cazul general, repartizarea solicitărilor Q_u, Q_v, M_ω la elemente structurale se poate efectua considerînd structura reală cu legături repartizate discret şi introducînd în relaţiile (15), (16), (17), în locul momentelor de inerţie, rigidităţii relative de nivel, la calculul cărora se poate ţine seama de toate tipurile de deformaţii.

În cazul structurilor care, prin sumarea valorilor I^i, A^i ale unor elemente structurale ale căror valori c_i din relaţia (12) nu diferă prea mult, se pot reduce la numai două elemente fictive, caracterizate prin momentele de inerţie şi ariile secţiunilor I_1, A_1, I_2, A_2 şi prin valorile

$$c_1 = \frac{EI_1}{GA_1}, \quad c_2 = \frac{EI_2}{GA_2},$$

repartizarea unei forţe tăietoare Q, trecînd prin centrul de rigiditate elastică, la aceste două elemente fictive se poate efectua şi pe structura continuă, rezolvînd sistemul de ecuaţii diferenţiale ce exprimă egalitatea deplasărilor celor două elemente structurale fictive,

$$y''' = \frac{Q_1}{EI_1} - \frac{Q_1''}{GA_1}$$

$$y''' = \frac{Q_2}{EI_2} - \frac{Q_2''}{GA_2}, \tag{32}$$

unde Q_1, respectiv Q_2, reprezintă forţa tăietoare revenind elementului *1*, respectiv *2*, între aceste forţe tăietoare existînd relaţia

$$Q_1 + Q_2 = Q.$$

Notînd

$$\nu^2 = \frac{\frac{1}{GA_1} + \frac{1}{GA_2}}{\frac{1}{EI_1} + \frac{1}{EI_2}},$$

$$EI = E(I_1 + I_2).$$

$$GA = G(A_1 + A_2),$$

sistemul de ecuaţii (32) se poate aduce la forma

$$\nu^2 Q_1'' - Q_1 = -\frac{I_1}{I}[Q(x) - c_2 Q''(x).$$

$$\nu^2 Q_2'' - Q_2 = -\frac{I_2}{I}[Q(x) - c_1 Q''(x)]. \tag{33}$$

Condiţiile la limită sînt

$$y'(0) = -\frac{Q_1(o)}{GA_1} = -\frac{Q_2(o)}{GA_2} = -\frac{Q(o)}{GA},$$

de unde rezultă

$$Q_1(o) = Q_0 \frac{A_1}{A}, \quad Q_2(o) = Q(o)\frac{A_2}{A} \tag{34}$$

şi $M_1(H) = M_2(H) = 0,$

de unde rezultă

$$Q_1'(H) = Q'(H)\frac{A_1}{A}, \quad Q_2'(H) = Q'(H)\frac{A_2}{A} \tag{35}$$

dacă se ţine seama de relaţiile

$$y'' = \frac{M_1}{EI_1} - \frac{Q_1'}{GA_1}$$

$$y'' = \frac{M_2}{E\,I_2} - \frac{Q_2'}{GA_2}.$$

Rezolvînd sistemul de ecuaţii diferenţiale (33) pentru sarcina din figura 1 *b* şi respectînd condiţiile la limită (34), (35) se obţine

$$Q_1 = \frac{I_1}{I}\left[Q - \frac{p_2\,(\nu^2 - c_2)}{H}\left(1 - \frac{\operatorname{ch}\dfrac{H-x}{\nu}}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\right)\right] + \frac{G}{E}\,\frac{\nu A_1\,A_2(c_2 - c_1)}{IA\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\left[\frac{H}{\nu}\,(p_1 + 0{,}5\,p_2)\operatorname{ch}\frac{H-x}{\nu} - (p_1 + p_2)\operatorname{sh}\frac{x}{\nu}\right]$$

$$Q_2 = \frac{I_2}{I}\left[Q - \frac{p_2\,(\nu^2 - c_1)}{H}\left(1 - \frac{\operatorname{ch}\dfrac{H-x}{\nu}}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\right)\right] + \frac{G}{E}\,\frac{\nu A_1\,A_2\,(c_1 - c_2)}{IA\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\left[\frac{H}{\nu}\,(p_1 + 0{,}5\,p_2)\operatorname{ch}\frac{H-x}{\nu} - (p_1 + p_2)\operatorname{sh}\frac{x}{\nu}\right]$$

$$M_1 = \frac{I_1}{I}\left[M - \frac{p_2\,(\nu^2 - c_2)}{H}\left(H - x - \frac{\nu\operatorname{sh}\dfrac{H-x}{\nu}}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\right)\right] + \frac{G}{E}\,\frac{\nu^2\,A_1\,A_2\,(c_2 - c_1)}{I\,A\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\left[\frac{H}{\nu}\,(p_1 + 0{,}5\,p_2)\operatorname{sh}\frac{H-x}{\nu} - (p_1 + p_2)\left(\operatorname{ch}\frac{H}{\nu} - \operatorname{ch}\frac{x}{\nu}\right)\right]$$

$$M_2 = \frac{I_2}{I}\left[M - \frac{p_2\,(\nu^2 - c_1)}{H}\left(H - x - \frac{\nu\operatorname{sh}\dfrac{H-x}{\nu}}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\right)\right] + \frac{G}{E}\,\frac{\nu^2\,A_1\,A_2\,(c_1 - c_2)}{I\,A\operatorname{ch}\dfrac{H}{\nu}}\left[\frac{H}{\nu}\,(p_1 + 0{,}5\,p_2)\operatorname{sh}\frac{H-x}{\nu} - (p_1 + p_2)\left(\operatorname{ch}\frac{H}{\nu} - \operatorname{ch}\frac{x}{\nu}\right)\right] \qquad (36)$$

6. STRUCTURA ÎNCASTRATĂ ELASTIC LA BAZĂ, CU DEFORMAŢII DIN FORŢĂ TĂIETOARE NEGLIJABILE

Se consideră structura constituită din nucleu şi din diafragme cu deformaţii din forţă tăietoare neglijabile faţă de cele din încovoiere, toate elementele structurale fiind încastrate elastic la bază. Dacă între rotirea la bază θ_i a elementului structural i şi momentul de încastrare M_i există relaţia

$$\theta_i = \frac{M_i}{K_\theta\,J_i}$$

şi se notează

$$\beta = \frac{E\,I_i}{K_\theta\,J_i\,H},$$

se admite că valoarea β nu depinde de i, adică se admite că rigidităţile încastrărilor la bază sînt proporţionale cu momentele de inerţie ale elementelor structurale.

În acest caz unghiul de răsucire Φ s-a determinat rezolvînd ecuaţia (10) pentru momentul $m(x)$ din figura 1 *c*, respectînd condiţiile la limită (24), (26), condiţiile (25) şi (27), fiind înlocuite prin

$$\beta\,H\,\Phi''(o) = \Phi'(o) \qquad (37)$$

$$B\,(H) = 0, \text{ adică } \Phi''\,(H) = 0. \qquad (38)$$

Dacă se mai notează

$$\gamma = \frac{1 - \beta\left(1 - \dfrac{1}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\lambda}}\right)}{\dfrac{\lambda}{H} + \beta\operatorname{th}\dfrac{H}{\lambda}},$$

$$\varepsilon = \frac{0{,}5 - \dfrac{\lambda^2}{H^2} - \dfrac{\beta}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\lambda}}}{\dfrac{\lambda}{H} + \beta\operatorname{th}\dfrac{H}{\lambda}},$$

constantele γ. ε avînd pentru cazul încastrării perfecte ($\beta = 0$) valorile

$$\gamma = \frac{H}{\lambda}, \qquad \varepsilon = \frac{0{,}5H}{\lambda} - \frac{\lambda}{H},$$

şi se aplică relaţiile (7), (8), (9), (19), rezultă

$$M_\omega = \frac{\lambda}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\lambda}}\left[(\gamma m_1 + \varepsilon m_2)\operatorname{ch}\frac{H-x}{\lambda} - (m_1 + m_2)\operatorname{sh}\frac{x}{\lambda} + \frac{\lambda}{H}\,m_2\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda}\right] \qquad (39)$$

$$M_t = M_{t0} - M_\omega \qquad (40)$$

$$B = \frac{\lambda}{\operatorname{ch}\dfrac{H}{\lambda}}\left[(\gamma m_1 + \varepsilon m_2)\operatorname{sh}\frac{H-x}{\lambda} - (m_1 + m_2)\left(\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda} - \operatorname{ch}\frac{x}{\lambda}\right) + m_2\left(1 - \frac{x}{H}\right)\operatorname{ch}\frac{H}{\lambda}\right]. \qquad (41)$$

Se observă că pentru $\beta = 0$, expresiile (39), (40), (41) devin identice cu expresiile (29), (30), (31), în care se pune $A_i = \infty$. Pentru acest caz particular se dau, în [2], diagrame

pentru M_ω, M_t, B în funcţie de $k = H/\lambda$, pentru cazul încărcării construcţiei în ansamblu cu un moment de răsucire concentrat, aplicat la vîrf, şi cu un moment repartizat m_1.

Punînd pentru $\beta = 0$ bimomentul $B(x, \lambda/H)$ la baza construcţiei sub forma

$$B(0, \lambda/H) = \eta(\lambda/H) \lim_{\lambda \to \infty} B(0, \lambda/H) =$$

$$= \eta(\lambda/H)\left(\frac{m_1 H^2}{2} + \frac{m_2 H^2}{3}\right),$$

valorile numerice ale expresiei $\eta(\lambda/H)$ nedepinzînd practic de cazul de încărcare, s-a reprezentat în figura 6 funcţia $\eta(\lambda/H)$, această figură putînd servi la aprecierea influenţei rigidităţii la torsiune a elementelor structurale asupra comportării spaţiale a construcţiei.

7. EXEMPLU DE CALCUL

Se calculează momentele M_ω, M_t şi B ce se dezvoltă în diafragmele pline ale construcţiei avînd planul din figura 5 şi $H = 48{,}0$ m, corespunzînd unui moment repartizat din sarcini seismice $m_2 = 1$, determinat conform normativului P 13—70 [12], punct. 3.3.5. Se presupune că toate diafragmele sînt încastrate perfect în infrastructură. Se neglijează rigiditatea diafragmelor pe direcţia perpendiculară pe planul diafragmei.

Pentru diafragmele avînd înălţimea secţiunii de 4,0 m rezultă

$$I_1 = \frac{4{,}0^3\, d}{12} = 5{,}33\ d, \quad A_1 = 4{,}0\ d$$

$$c_1 = \frac{5{,}33\ d E}{\dfrac{4{,}0\ d}{1{,}2} \cdot 0{,}4 E} = 4{,}0,$$

iar pentru diafragmele avînd înălţimea secţiunii de 5,0 m rezultă în mod similar

$$I_2 = 10{,}4\ d, \quad A_2 = 5{,}0\ d, \quad c_2 = 6{,}2.$$

Considerînd nucleul ca un tub, avînd

$$F = 5{,}0 \cdot 4{,}0 = 20{,}0\ \text{m}^2 \text{ şi } s = 2 \cdot (5{,}0 + 4{,}0) = 18{,}0\ \text{m},$$

rezultă, conform relaţiei (21)

$$I_t = \frac{4 \cdot 20^2\, d}{18{,}0} = 89\ d.$$

Pentru construcţia în ansamblu se obţine

$$I_\omega = (2{,}5^2 + 7{,}5^2 + 12{,}5^2 + 17{,}5^2) \cdot 4\ I_1 + 2{,}0^2 \cdot 2\ I_2 =$$

$$= 11\,823\ d$$

$$\delta = \frac{(2{,}5^2 + 7{,}5^2 + 12{,}5^2 + 17{,}5^2) \cdot 4\ A_1 + 2{,}0^2 + 2\ A_2}{1{,}2 \cdot 89\ d} = 79$$

$$\frac{\delta}{1 + \delta} \approx 1$$

$$\lambda_1^2 = \frac{11283\ dE}{89\ d \cdot 0{,}4\ E} + 4{,}0 = 320\ \text{m}^2$$

$$\lambda_1 = 17{,}9\ \text{m}, \quad \frac{H}{\lambda_1} = \frac{48{,}0}{17{,}9} = 2{,}68$$

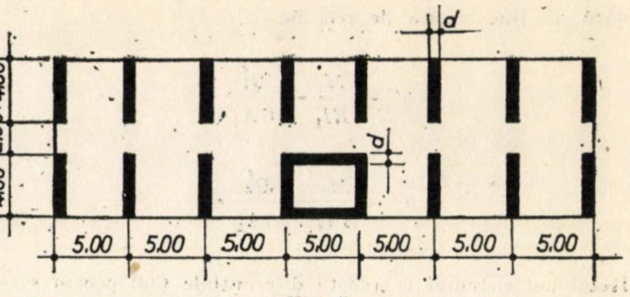


Fig. 5

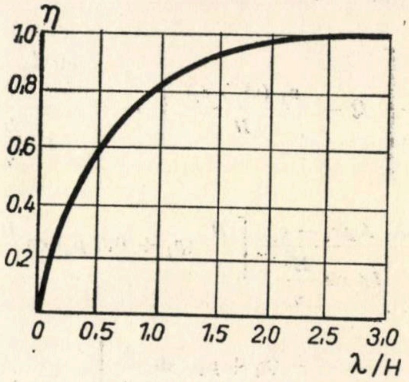


Fig. 6

Rezultă

$$M_\omega = \frac{17{,}9}{\text{ch } 2{,}68}\left(2{,}68 \cdot 0{,}5\ \text{ch}\frac{48 - x}{17{,}9} - \text{sh}\frac{x}{17{,}9}\right) +$$

$$+ \frac{320}{48\ \text{ch } 2{,}68}\left(\text{ch } 2{,}68 - \text{ch}\frac{48 - x}{17{,}9}\right) =$$

$$= 2{,}37\ \text{ch}\frac{48 - x}{17{,}9} - 2{,}44\ \text{sh}\frac{x}{17{,}9} + 6{,}67$$

$$M_t = 0{,}5\left(48 - \frac{x^2}{48}\right) - M_\omega$$

$$B = \frac{17{,}9}{\text{ch } 2{,}68}\left[48{,}0 \cdot 0{,}5\ \text{sh}\frac{48 - x}{17{,}9} - 17{,}9\left(\text{ch } 2{,}68 -\right.\right.$$

$$\left.\left. - \text{ch}\frac{x}{17{,}9}\right)\right] + \frac{320}{48\ \text{ch } 2{,}68}\left[(48 - x)\ \text{ch } 2{,}68 -\right.$$

$$\left. - 17{,}9\ \text{sh}\frac{48 - x}{17{,}9}\right] = 423\ \text{sh}\frac{48 - x}{17{,}9} + 43{,}6\ \text{ch}\frac{x}{17{,}9} - 6{,}67\ x.$$

Dacă nu s-ar ţine seamă de rigiditatea la răsucire a nucleului, s-ar obţine

$$M_\omega = 0{,}5\left(48 - \frac{x^2}{48}\right).$$

$$M_t = 0.$$

$$B = \frac{48^2}{3}\left[1 - 1{,}5\frac{x}{H} + 0{,}5\left(\frac{x}{H}\right)^3\right].$$

În figura 7*a*, *b*, *c* s-a reprezentat variaţia pe înălţimea construcţiei a momentelor M_ω, M_t, B. Curbele desenate cu linie plină reprezintă momentele corespunzînd considerării rigidităţii la răsucire a nucleului, iar curbele cu linie întreruptă reprezintă momentele corespunzînd neglijării acestei rigidităţi.

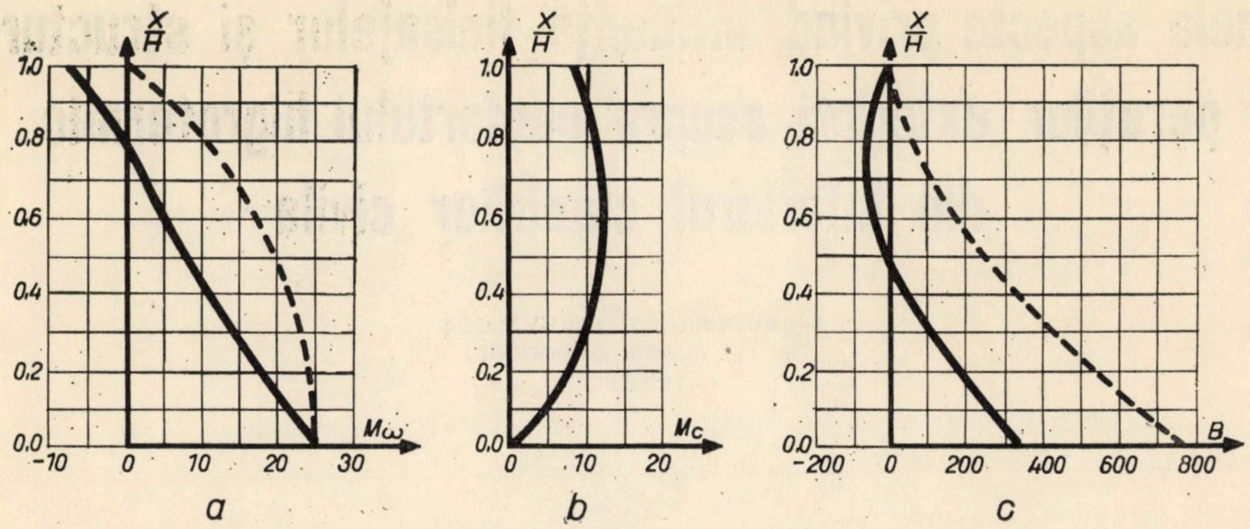


Fig. 7

(Notația M_c din fig. 7. b se va citi M_t)

8. CONCLUZII

Studiind influența rigidității la răsucire a elementelor structurale asupra calculului spațial al construcțiilor multietajate, se ajunge la concluzia că în cazul diafragmelor cu secțiune închisă această influență poate deveni importantă, considerarea ei în calcule ducînd la o dimensionare mai economică a celorlalte elemente structurale. Pentru a putea efectua un calcul cît mai real al unei construcții multietajate, în alcătuirea căreia intră un nucleu rigid la răsucire, se impune pentru viitor studiul rigidității la răsucire a nucleelor de clădire reale, cu mai multe șiruri de goluri și cu pereți intermediari.

BIBLIOGRAFIE

[1] AGENT R. : *Procedeu simplificat pentru considerarea conlucrării spațiale în calculul la forțe orizontale al structurilor cu cadre principale longitudinale.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 4, 1969.

[2] BECK H., SCHAFER H. : *Die Berechnung von Hochhäusern durch Zusammenfassung aller aussteifenden Bauteile zu einem Balken.* Der Bauingenieur, nr. 3, 1969. —

[3] BELEȘ A., VOINEA R. : *Rezistența materialelor*, Vol II București, 1958.

[4] HANGAN M. : *Construcții din beton armat.* București 1963.

[5] HALÁSZ R. v., TANTOW G. *Grosstafelbauten. Konstruktion und Berechnung.* Berlin, 1966.

[6] KEINTZEL E. : *Calculul scărilor fără grindă podest.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 8, 1961.

[7] LAREDO M. : *Théorie générale du comportement des grandes structures spatiales.* Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics, nr. 2, 1969.

[8] LIN T. Y. : *Lateral force distribution in a concrete building story.* Journal of the American Concrete Institute, nr. 12, 1951.

[9] MICHAEL D : *Torsional coupling of core walls in tall buildings.* The Structural Engineer, nr. 2, 1969.

[10] ROSMAN R. : *Faltwerke als aussteifende Systeme bei Hochbauten.* Der Bauingenieur, nr. 2, 1967.

[11] STILLER M. : *Verteilung der Horizontalkräfte auf die aussteifenden Scheibensysteme von Hochhäusern.* Beton — und Stahlbetonbau, nr. 2, 1965.—

[12] * * * : *P 13—70. Normativ pentru proiectarea construcțiilor civile și industriale din regiuni seismice.*

[13] BAY H.: *Die Achsverdrehung aus Torsion im Stadium II bei gleichzeitiger Einwirkung von Biegemoment, Ruerkraft und Normalkraft.* Beton und Stahlbetonbau, nr. 7, 1970

ERATĂ

La textul articolului ,,*Referitor la a doua ediție (1970) a Recomandărilor internaționale pentru calculul și execuția construcțiilor din beton (CEB—FIP)*'' al prof. emerit ing. C. Avram, publicat în no. 8/1971 al revistei, se vor face următoarele rectificări :

1. La pag. 39, col. 1, r. 27—29 de sus se vor citi : ,,...de la betonul precomprimat integral pînă la betonul **armat** clasic, folosind betoane...''

2. La pag. 40, col. 2, r. 25—26 de jos se vor citi : ,,3) Să se verifice că valorile solicitărilor **de calcul** (sau în general ale mărimilor...''

3. La pag. 41, col. 1, r. 21 de sus se va citi :

$$Q'_k = Q'_m(1 - k\delta')$$

4. La pag. 42, tabela 2, col. 2 dinspre stînga, r. 6 de sus se va citi : ,,de decompresiune a betonului''

5. La pag. 42, tabela 2, col. 2 dinspre dreapta, r. 7 de sus se va citi : $0 < \chi < 1$

6. La pag. 44, col. 1, r. 19 de jos se va citi : ,,...calculul nu se face în stadiul Ia...''

7. La pag. 46, liniatura corectă a rîndurilor orizontale ale tabelei 3 este cea de mai jos :

Clasa de verificare	I	II	III	IV	V

8. La pag. 46, col. 3, r. 21 de jos se va citi : ,,...pot intra **nu** numai elementele din beton...''

Unele aspecte privind influenţa finisajelor şi structurii pereţilor exteriori asupra confortului higrotermic din interiorul clădirilor civile

Ing. EUGENIU DIMITRIU-VÂLCEA
şi ing. FLORIN GHEORGHIU
INCERC

1. DEFINIREA CONFORTULUI INTERIOR

Desfăşurarea corespunzătoare a vieţii omeneşti în interiorul unei clădiri de locuit sau social-culturale depinde de o serie de parametri ai mediului (temperatura, umiditatea relativă a aerului, temperatura suprafeţelor înconjurătoare etc). Organismul omenesc caută să-şi asigure un bilanţ higrotermic corespunzător, prin intermediul sistemului său termoregulator, în funcţie de parametrii mediului interior.

Dacă parametrii mediului din interiorul clădirilor au valori care asigură balanţa termică normală a corpului omenesc, omul nu are nici o senzaţie neplăcută din punct de vedere higrotermic. În acest caz se poate considera că mediul din interiorul clădirilor prezintă un grad de confort corespunzător.

Confortul interior se realizează, în general, printr-un ansamblu de măsuri, dintre care în special măsurile privind protecţia higrotermică, acustică, contra luminii etc. sînt hotărîtoare.

Astfel, practic, pentru realizarea confortului higrotermic, este necesar în primul rînd să se asigure valorile respective pentru parametrii mediului interior prin alcătuirea judicioasă a structurii elementelor exterioare de construcţie (pereţi exteriori etc), precum şi prin aplicarea unui finisaj exterior adecvat, care să protejeze această structură, pentru ca şi izolaţia termică să se păstreze în mod corespunzător.

Confortul higrotermic interior se poate defini ca un ansamblu al condiţiilor optime necesare desfăşurării vieţii fiziologice a omului în încăperile clădirilor, diferite după cum este vorba de încăperile clădirilor de locuit, în care condiţiile impuse de arderile interne din organismul omenesc în perioada de odihnă sînt hotărîtoare, sau ale altor construcţii (social-culturale, industriale) în care sînt hotărîtoare condiţiile impuse de arderile interne ale organismului omenesc în perioada de muncă.

Protecţia finisajelor şi structurii pereţilor exteriori, din punct de vedere higrotermic, asigură condiţiile de confort higrotermic pentru traiul şi munca oamenilor, atît în perioada de iarnă, cît şi de vară, mărind durabilitatea şi economicitatea clădirilor în exploatare, prin reduceri de cheltuieli pentru încălzire şi climatizare.

În schimbul de căldură dintre organismul omenesc şi mediul ambiant înconjurător din interiorul clădirii, realizarea corespunzătoare a unor parametri (temperatura aerului, temperatura suprafeţelor înconjurătoare, umiditate relativă a aerului, viteza aerului) permite, corespunzător acţiunii solicitărilor exterioare, un anumit răspuns (o emisie termică) din partea organismului omenesc.

Stabilirea cantitativă a valorilor acestor parametri a fost făcută de către igienişti pe bază de cercetări ştiinţifice complexe.

*

Pentru a putea analiza şi comenta realizarea confortului higrotermic interior la clădirile civile din România, în funcţie de structura şi finisajul pereţilor exteriori, este necesar să se prezinte pe scurt atît structurile acestor clădiri civile, cît şi soluţiile de finisare a faţadelor.

2. STRUCTURI ŞI FINISĂRI UTILIZATE PENTRU EXECUTAREA PEREŢILOR EXTERIORI LA CLĂDIRI CIVILE (DE LOCUIT ŞI SOCIAL-CULTURALE).

Creşterea de la an la an a volumului de clădiri civile (de locuit şi social-culturale) în România a generat apariţia a numeroase procedee moderne industrializate, atît pentru realizarea structurilor acestor clădiri, cît şi pentru finisarea lor, procedee care înlocuiesc procedeele de execuţie tradiţionale (zidărie de cărămidă sau din blocuri mici de beton, tencuieli etc.).

Astfel, realizarea structurii de rezistenţă cu cofraje glisante pe întregul contur exterior şi interior al pereţilor constituie în acelaşi timp şi o structură termoizolatoare, ţinîndu-se seama că betonul se toarnă în jurul unui miez termoizolator de 10—12,5 cm grosime (cazul pereţilor exteriori).

De asemenea, sistemul constructiv al clădirilor civile, alcătuit integral din panouri mari de beton armat de mărimea unei camere, formînd un ansamblu de diafragme verticale, transversale şi longitudinale, pline sau cu goluri, şi de diafragme orizontale (planşee) îmbinate monolit pe toate direcţiile, formează un complex spaţial din cutii rigide, indeformabile; acest sistem asigură la panourile exterioare şi o izolare termică corespunzătoare.

Aceleaşi avantaje, în ceea ce priveşte industrializarea executării structurii de rezistenţă, se obţin şi prin utilizarea cofrajelor de inventar din placaj bachelitizat sau metalice, spaţiale şi plane, în care se montează armăturile şi se toarnă betonul, realizîndu-se un schelet de tip fagure sau celular. La clădirile executate prin acest procedeu, pereţii exteriori sînt în general neportanţi şi se execută din panouri uşoare prefabricate (panouri sandviş cu miez termoizolator între două feţe de sticlă colorată, azbociment colorat, tablă subţire eloxată, aluminiu etc., panouri de beton celular autoclavizat, din betoane uşoare etc.), care — datorită planeităţii perfecte a suprafeţelor (fără bavuri, segregări sau alte deficienţe) — se pot finisa la exterior cu tratamente superficiale subţiri şi colorate, bazate pe paste preparate din materiale de umplutură (ipsos, nisip fin etc.) şi aditivi sintetici.

Pentru a menţine însă ritmul rapid de execuţie a structurilor de rezistenţă prezentate mai sus, a fost necesar ca şi finisajele să se execute prin procedee industrializate, care să valorifice totodată particularităţile specifice fiecăreia dintre aceste metode de execuţie a structurilor.

Astfel, la clădirile înalte, realizate în cofraje glisante, finisarea exterioară se face de pe schele suspendate de platforma cofrajului glisant. În acest mod, concomitent cu ridicarea cofrajului glisant, suprafaţa exterioară a betonului (înspre faţadă) este finisată prin drişcuire cu mortar de ciment de pe schela suspendată, folosindu-se, cînd este necesar, şi un mortar de tinci subţire cu nisip 0...1 mm. Prin acest procedeu se elimină procesul umed pe care-l atrage după sine tencuirea obişnuită, cu întregul ansamblu de lucrări legate de manipulări, transport şi depozitare de materiale de masă (nisip, ciment, var pastă), precum şi schelele grele.

Pentru asigurarea protecţiei betonului, care nu este atît de compact încît să poată rămîne neprotejat contra intemperiilor, suprafaţa faţadelor din beton drişcuit se finisează cu pelicule decorative din vopsele Vinarom, care asigură protecţia şi permite totodată şi „respiraţia pereţilor".

Aplicarea pe scară largă numai a soluţiilor cu pelicule de vopsele, deşi variate în ceea ce priveşte coloritul, duce totuşi la monotonie. Pentru diversificarea modalităţilor de tratare plastică a faţadelor de beton, finisajele cu pelicule de vopsea se combină cu finisaje diferite ca aspect şi structură, şi anume cu placaje. Astfel, se folosesc placaje de cărămidă aparentă, plăci ceramice smălţuite cu denumire comercială „Cesarom", plăci de sticlă colorată, plăci plane de azbociment colorate, plăci ondulate de azbociment etc.

Aceste placaje se aplică, de asemenea, de pe schelele suspendate de platforma cofrajului, concomitent cu executarea structurii de rezistenţă, scurtîndu-se în acest mod durata de execuţie a finisajelor exterioare.

La clădirile civile executate din panouri mari de beton armat prefabricate, există în prezent tendinţa ca operaţiile de finisare de pe şantier să se transfere la fabrica de panouri mari, astfel încît panourile să fie aduse pe şantier în stadiul de a fi montate, complet finisate.

O serie de materiale se pot utiliza pentru finisarea din fabrică a panourilor mari, printre acestea numărîndu-se plăcile ceramice smălţuite şi plăcile de sticlă colorată (dimensiuni: de la 2×2 cm, pînă la 4×4 cm) lipite în panouri pe hîrtie, placajele de cărămidă aparentă, montabile bucată cu bucată, precum şi betoanele aparente decorative cu agregate naturale.

3. MECANISMUL STABILIRII UNUI REGIM HIGROTERMIC OPTIM AL PEREŢILOR EXTERIORI FINISAŢI, CARE SĂ ASIGURE CONFORTUL ÎN INTERIORUL CLĂDIRILOR CIVILE

Regimul higrotermic în interiorul clădirilor civile se stabilizează la mai mulţi ani de la darea în exploatare a clădirilor civile, executate cu diferite structuri de rezistenţă şi cu diferite finisaje.

Umiditatea din interiorul clădirilor se datoreşte atît umidităţii de construcţie, introdusă în timpul execuţiei, îndeosebi atunci cînd se folosesc procedee tehnologice umede, cît şi umidităţii de exploatare din aerul interior* şi a celei din aerul exterior.

La acţiunea umidităţii din aerul exterior (precipitaţiile atmosferice), concomitent cu umiditatea din aerul interior, gradul de umiditate a pereţilor exteriori variază, în cursul unui an, în jurul unei valori medii cuprinse între anumite limite, în funcţie de factori legaţi de clima localităţii în care este situată clădirea, de destinaţia clădirii respective, de structura şi finisajul pereţilor exteriori, precum şi de unele caracteristici fizice ale materialelor din care se execută aceştia (conductivitatea termică, permeabilitatea la vapori, absorbţia de apă, ascensiunea capilară).

Umiditatea pereţilor exteriori în timp are o variaţie descendentă, de la valoarea maximă conţinută în perioada de execuţie, pînă la o anumită valoare de echilibru, realizată la mai mulţi ani de la darea în exploatare, cînd o parte din umiditatea iniţială din structura pereţilor se elimină prin evaporare datorită higroscopicităţii materialelor componente ale pere-

* Se face abstracţie de umiditatea din teren, pătrunsă prin ascensiune capilară în cazul unei hidroizolaţii necorespunzătoare a fundaţiilor.

ţilor exteriori şi ale finisajelor acestora.

Realizarea unui regim higrotermic optim în structura şi finisajul pereţilor exteriori este în funcţie însă şi de o alcătuire corespunzătoare a pereţilor exteriori, astfel ca umiditatea, acumulată prin condens în perioada rece a anului, să nu periclitezе izolarea termică şi să fie eliminată în cursul perioadei calde a anului.

În cazul unei alcătuiri de pereţi exteriori necorespunzător proiectate sau executate, precum şi a unei exploatări necorespunzătoare a clădirilor respective, gradul de umiditate a pereţilor exteriori poate creşte în timp, ca urmare a condensării vaporilor pe suprafaţa interioară sau în structura acestora.

Umezirea progresivă prin condensarea vaporilor duce la micşorarea capacităţii de izolare termică a structurii pereţilor exteriori, care, la rîndul ei amplifică fenomenul de umezire, avînd drept consecinţă înrăutăţirea condiţiilor confortului higrotermic interior şi reducerea durabilităţii pereţilor exteriori, datorită îngheţării apei acumulate prin condens şi reducerii rezistenţelor mecanice în timp.

La realizarea regimului higrotermic optim al pereţilor exteriori, respectiv a confortului din interiorul clădirilor, finisajul exterior are un rol important, contribuind la reglarea stării de umiditate din structura acestora.

★

Mecanismul stabilirii unui regim higrotermic optim în structura pereţilor exteriori se poate explica astfel:

Aerul conţine întotdeauna o anumită cantitate de vapori de apă, care, pentru o temperatură dată, defineşte umiditatea efectivă a aerului. Această cantitate de vapori poate creşte pînă la o valoare maximă, care la acea temperatură defineşte umiditatea de saturaţie. Raportul între umiditatea efectivă şi cea de saturaţie reprezintă umiditatea relativă a aerului φ. Dacă umiditatea efectivă depăşeşte pe cea de saturaţie, surplusul de vapori condensează în structura interioară a pereţilor exteriori.

Presiunea de saturaţie a vaporilor p_s (E) este cu atît mai mare, cu cît temperatura aerului t este mai mare (fig. 1).

Iarna, datorită diferenţei între presiunea vaporilor din interiorul clădirii şi a celor din aerul exterior $\Delta_p = p_i - p_e$ în funcţie de temperatura δ din structura peretelui exterior, are loc difuzia vaporilor de la interior spre exterior, presiunea p a vaporilor micşorîndu-se de la valoarea p_i pe măsură ce străbate structurile componente ale structurii peretelui exterior, care opune rezistenţă la această difuzie a vaporilor R_v, pînă egalează presiunea vaporilor din aerul exterior p_e.

In stabilirea regimului optim de umiditate a pereţilor exteriori, un rol important joacă caracteristicile higrotermice (rezistenţa termică, rezistenţa la difuzarea vaporilor) ale materialelor, straturilor componente ale structurii şi finisajului, precum şi amplasarea acestor straturi în alcătuirea pereţilor exteriori.

Astfel, straturile termoizolatoare cu rezistenţă termică R mare prezintă căderi mari de temperaturi $\Delta\delta$ şi, în consecinţă, căderi mari de presiune de saturaţie p_s. Rezistenţa la difuzia vaporilor R_v a acestor straturi (cu coeficient de difuzia vaporilor μ mare) este mică şi, ca urmare, căderea presiunii reale a vaporilor Δ_p este mare. Din această cauză aşezarea acestor straturi termoizolatoare la partea exterioară este favorabilă.

În schimb, barierele contra vaporilor au rezistenţă termică mică şi rezistenţă la difuzia vaporilor R_v mare. Ca urmare, căderea de temperatură în grosimea acestora este mică, căderea de presiuni de saturaţie p_s este deci mică, iar căderea presiunii reale a vaporilor p este foarte mare.

Aşezarea barierelor contra vaporilor chiar la faţa interioară produce depărtarea curbelor p de p_s şi ajută la evitarea

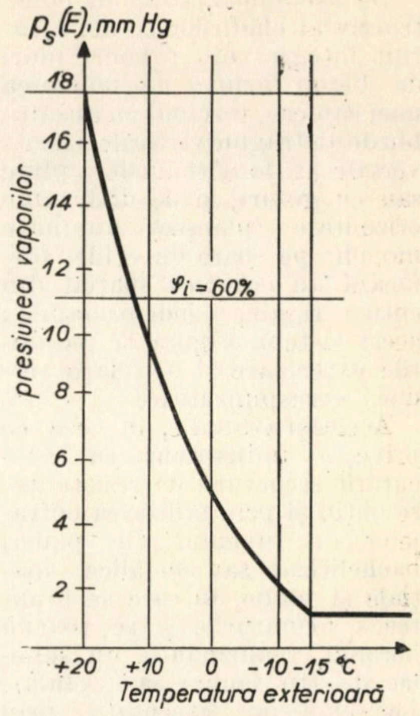


Fig. 1

condensului pe feţele interioare ale pereţilor exteriori.

Dacă linia presiunilor efective p este tangentă cu curba presiunilor de saturaţie p_s există condens în suprafaţa verticală care trece prin punctul de tangenţă, care marchează suprafaţa de condens (fig. 2*a*). Dacă linia p intersectează curba p_s, există o zonă de condens delimitată de cele două puncte de tangenţă duse din punctele p_i şi p_e, la curba p_s (E) (fig. 2*b*).

Apa acumulată din condens în timpul iernii, precum şi din precipitaţiile atmosferice, este eliminată în timpul verii, atît înspre aerul exterior, cît şi spre cel interior, umiditatea în pereţii exteriori tinzînd să atingă valoarea de echilibru în condiţiile de climă (umiditate relativă şi temperatură) ale mediului înconjurător, caracteristice anului respectiv (fig. 3*a* şi *b*).

Influenţa finisajului exterior şi interior asupra regimului de umiditate din structura pereţilor exteriori apare deci în mod evident, în sensul că este necesar ca finisajul exterior să nu fie, în nici un caz, barieră de vapori, ci să permită eliminarea umidităţii din condens acumulate în structura peretelui spre aerul exterior. Numai

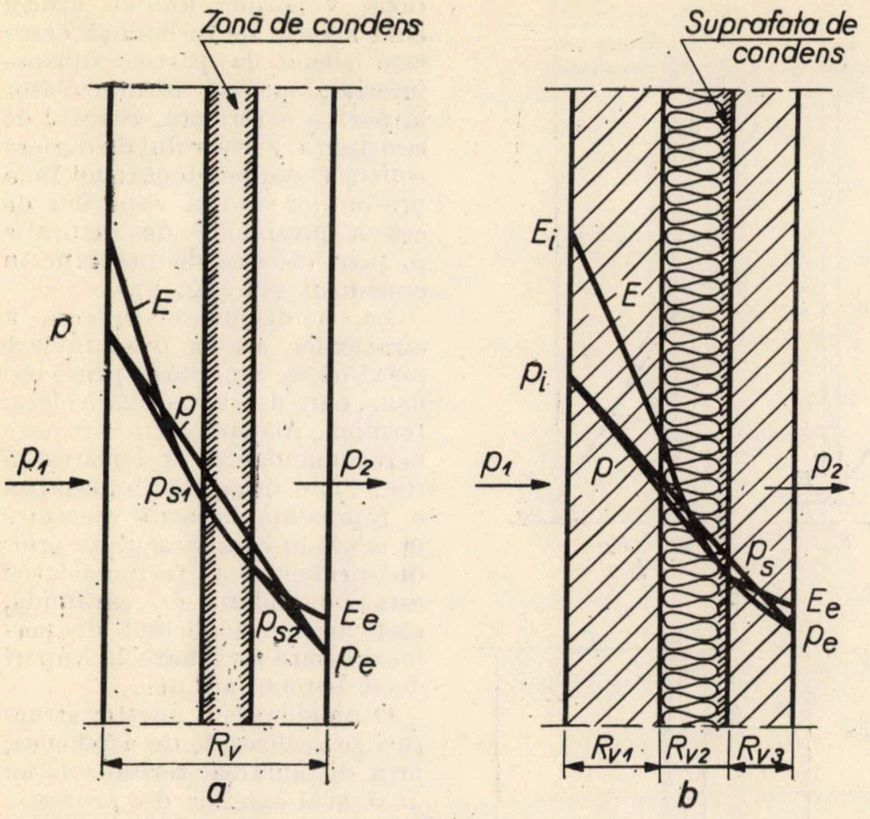


Fig. 2

în acest mod mecanismul de reglare a umidității și difuziei vaporilor în structura pereților exteriori va funcționa în mod corespunzător, avînd ca efect imediat păstrarea în timp a calității caracteristicilor izolației termice și, în consecință, obținerea unui confort (regim higrotermic) optim în interiorul clădirii. De asemenea, apare în mod evident necesitatea reducerii cantității de condens care se poate acumula în structura pereților exteriori printr-o alcătuire judicioasă a acestei structuri, precum și prin utilizarea unor materiale cu caracteristici higrotermice adecvate.

Variația regimului din structura pereților exteriori și a confortului din interiorul clădirilor, în funcție de alcătuirea constructivă și de finisarea acestor pereți, se poate pune în evidență în mod concret dacă se analizează gradul de confort obținut în cazul diferitelor variante de structuri și finisaje pentru pereții exteriori.

Astfel, în cazul pereților exteriori tencuiți, cu alcătuire omogenă din materiale cu coeficienți relativ mici la permeabilitate și la difuzia vaporilor, ca de exemplu din zidărie de cărămidă ($\mu = 0{,}014$ g/mhm mHg), beton ușor monolit din zgură expandată ($\mu = 0{,}011$ g/mhmmHg), din zidărie de cărămidă cu găuri ($\mu = 0{,}017$ g/mhmmHg), din blocuri mici de beton ușor (deșeuri ceramice, zgură expandată, scorie bazaltică, granulit, diatomit), se obține o zonă de condens în jumătatea dinspre exterior a zidăriei, apa acumulată prin condens putînd îngheța în perioadele reci ale anului și desprinde tencuiala, cu atît mai mult cu cît aceasta este executată dintr-un mortar de ciment-var, puțin permeabil la vapori (fig. 4).

Pentru realizarea unui confort higrotermic interior, și în acest caz sînt necesare următoarele măsuri de îmbunătățire:

- aplicarea unei bariere contra vaporilor alcătuită dintr-o peliculă pe bază de polimeri (de exemplu email din policlorură de vinil), în mai multe straturi, pe stratul interior de tencuială, care reduce cantitatea de vapori ce intră în zona de condens (fig. 5*a*), sau
- eliminarea stratului de tencuială exterioară și rostuirea zidăriilor cu mortar de ciment

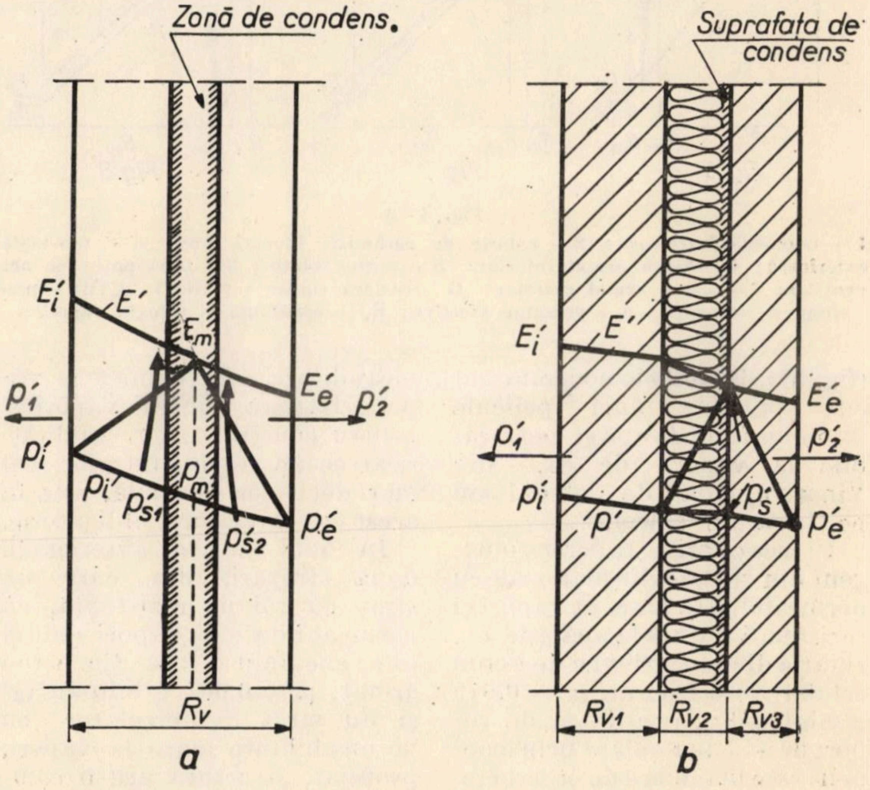


Fig. 3

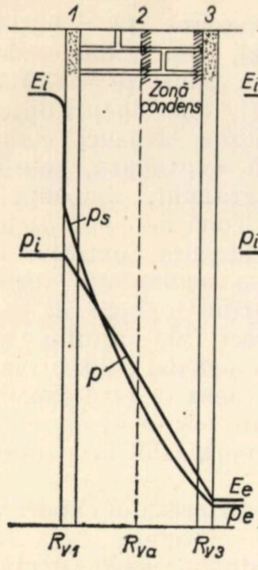


Fig. 4

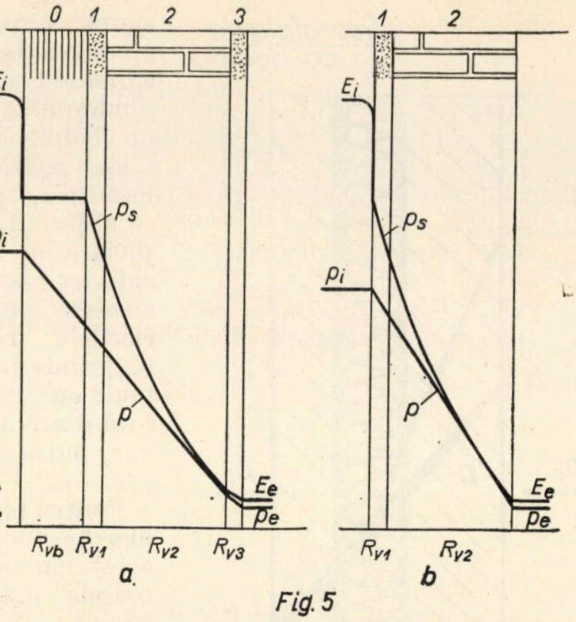


Fig. 5

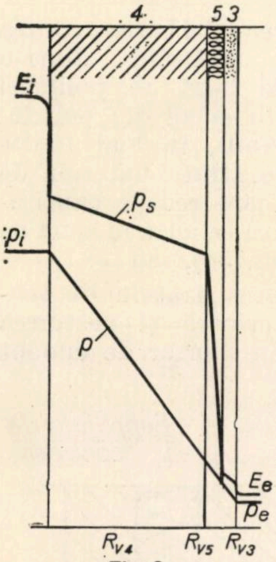


Fig. 6

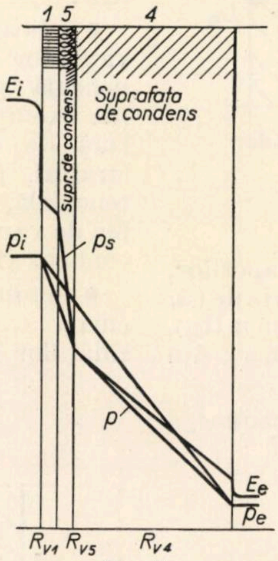


Fig. 7

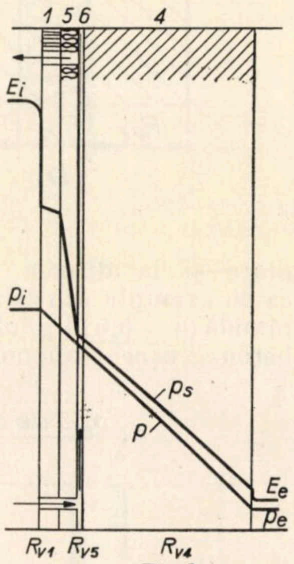


Fig. 8

Fig. 4–8:
1 – tencuială interioară: 2 – zidărie de cărămizi, blocuri mici; 3 – tencuială exterioară; 4 – beton armat interior; 5 – termoizolaţie; 6 – interspaţiu de aer ventilat; 7 – beton armat exterior; O – barieră contra vaporilor; p_s (E) – presiune de saturaţie; p – presiune efectivă; R_v – rezistenţa la difuzia vaporilor

(fig. 5*b*), la ambele concomitent cu aplicarea unei pelicule impermeabile la apă şi permeabile la vapori (de ex. din Vinarom, email de alchidal sau pe bază de siliconi).

În ceea ce priveşte pereţii omogeni din zidărie din materiale cu permeabilitate mare la vapori şi rezistenţă redusă la apă (de ex. zidărie din blocuri mici de beton celular autoclavizat, $\mu = 0{,}019$ g/mhmmHg), cantitatea de vapori de apă acumulată prin condens este mai mare decît la pereţii omogeni din materiale cu permeabilitate relativ mică la vapori. Bariera contra vaporilor pentru construcţii cu umidităţi relative ale aerului interior mai mari decît cea normală, este în acest caz o măsură obligatorie.

În cazul pereţilor exteriori în două straturi, din care un strat cu rol de rezistenţă, cu permeabilitate la vapori redusă (de exemplu o faţă din beton armat, $\mu = 0{,}004$ g/mhmmHg) şi un strat termoizolator cu permeabilitate mare la vapori, protejat, structura are o comportare corespunzătoare la difuzia vaporilor numai atunci cînd stratul de rezistenţă etanş este situat la partea dinspre interior, iar cel termoizolator la partea exterioară. Stratul de rezistenţă joacă rolul de barieră contra vaporilor, depărtînd linia presiunilor reale a vaporilor de cea a presiunilor de saturaţie p_s prin căderea de presiune în cuprinsul său (fig. 6).

La o dispunere inversă a straturilor, are loc o acumulare maximă de umiditate prin condens, care defavorizează izolaţia termică. Această structură este nerecomandabilă în construcţii (fig. 7); o situaţie îmbunătăţită o reprezintă această alcătuire în cazul în care stratul exterior de protecţie a termoizolaţiei este din zidărie de cărămidă, care are un coeficient de permeabilitate mai mare la vapori decît betonul armat.

O ameliorare a acestei structuri se realizează, de asemenea, prin distanţarea termoizolaţiei de stratul exterior de protecţie etanş şi ventilarea interspaţiului de aer, astfel creat, cu ajutorul aerului interior, care circulă prin orificii de intrare şi ieşire executate în pereţi pe înălţimea unui etaj, respectiv la partea inferioară şi cea superioară (fig. 8).

Cînd structura pereţilor exteriori este în trei straturi, feţe din beton armat şi miez termoizolator (din plăci de vată minerală, $\mu = 0{,}065$ g/mhmmHg, din beton celular autoclavizat, $\mu = 0{,}025$ g/mhmmHg, din polistiren celular, $\mu = 0{,}008$ g/mhmmHg), din cauza prezenţei stratului exterior din beton armat cu permeabilitate mică la vapori, în grosime de 5–8 mm, se admite acumularea unei cantităţi de apă din condens, care depăşeşte valoarea admisibilă (fig. 9).

Metoda de reducere a umezelii acumulate constă în aplicarea unei bariere contra vaporilor, care măreşte rezistenţa la difuzia vaporilor a stratului interior de beton armat şi care se poate realiza din:

- pelicula de email de copolimer polivinilic, $R_v = 29$ m²hmmHg/g, aplicată pe faţa interioară a stratului interior din beton armat;

● folie din carton bitumat, R_v=2,5 m² hmmHg/g, din polietilenă, R_v= 29 m²hmmHg/g, de aluminiu, R_v de ordinul a 100...500m²hmmHg/g, aplicată între stratul interior din beton armat şi stratul termoizolator (fig. 10).

În cazul acestor pereţi executaţi la exterior cu zidărie de cărămidă, cu permeabilitate la vapori mai mare decît a betonului armat, bariere contra vaporilor se aplică numai la clădiri cu umiditate relativă a aerului de peste 75 %.

O varietate a acestor pereţi este constituită de cei în trei straturi, cu finisaj interior şi exterior din plăci plane de azbociment şi miez termoizolator din polistiren celular. Între termoizolaţie şi stratul interior se introduce din fabricaţie, pentru umidităţi relative ale aerului de peste 65 %, o barieră puternică contra vaporilor, din folii de aluminiu lipite solidar cu straturile adiacente, iar pentru umidităţi relative ale aerului de peste 85 %, pentru protecţia contra umidităţii, pe faţa interioară a plăcilor de azbociment se aplică o peliculă de email pe bază de copolimer vinilic.

La pereţii exteriori de faţadă în mai multe straturi, cu strat interior de protecţie etanş de tipul tablei eloxate, geam şi strat exterior relativ permeabil la vapori (de exemplu din plăci plane de azbociment), finisajul interior joacă rolul unei bariere puternice contra vaporilor.

La acest tip de perete, cu structură în mai multe straturi, cu strat exterior executat, de exemplu, din beton armat, tablă ambutisată, eloxată sau zincată, şi geam, acumularea umezelii prin condens poate fi eliminată prin prevederea unui interspaţiu de aer ventilat cu ajutorul aerului atmosferic, care intră prin orificii situate la partea de jos şi iese prin orificii aplicate la partea de sus a panourilor de faţadă, preluînd astfel vaporii de apă ajunşi în interspaţiu.

Aceste orificii de admisie şi refulare a aerului se dimensionează astfel încît să se creeze tirajul necesar ; în mod practic, rezultate bune au dat suprafeţe de 1/500...1/1000 din suprafaţa de ventilat a panoului la orificiul de intrare şi de 1/1000 ... 1/2000 la cel de ieşire (fig. 11).

Dacă stratul de protecţie interior şi cel termoizolator sînt permeabile la aer, între

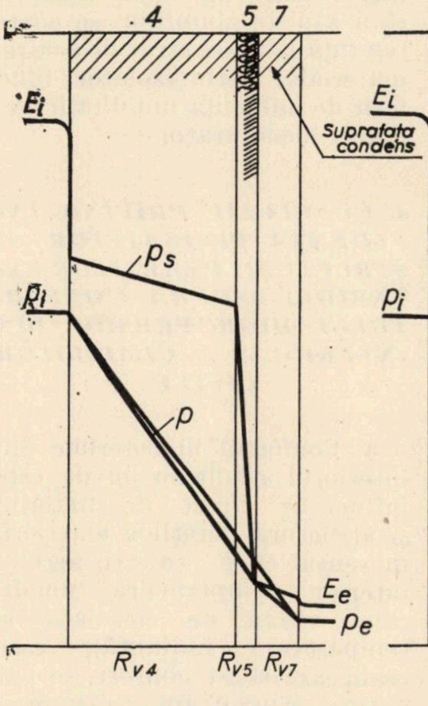


Fig. 9

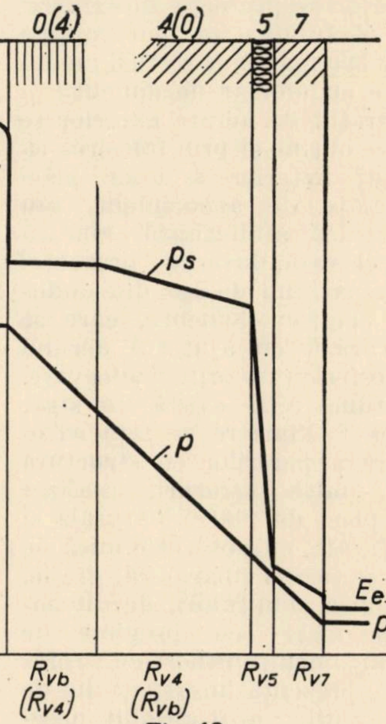


Fig. 10

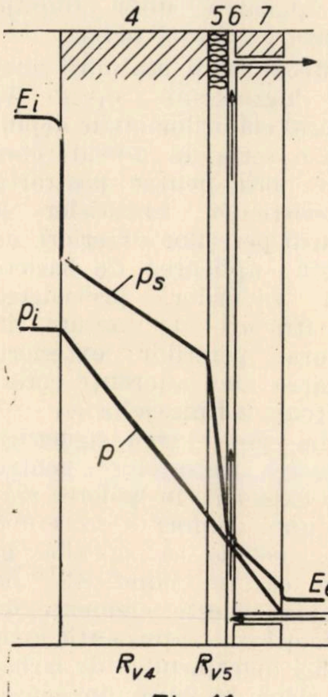


Fig. 11

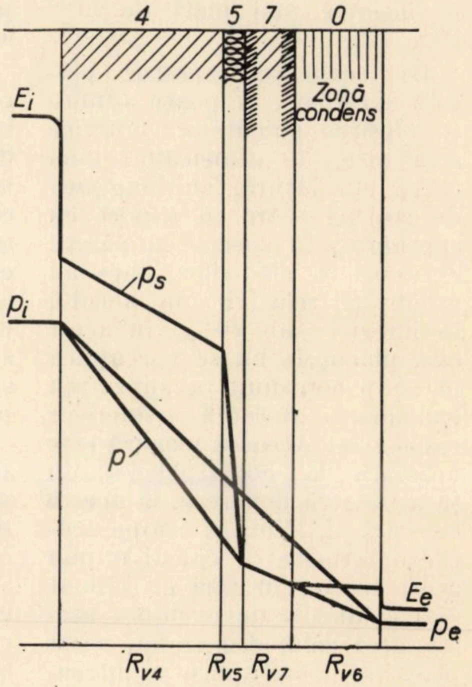


Fig. 12

Fig. 9 – 12

1 – tencuială interioară ; 2 – zidărie de cărămizi, blocuri mici ; 3 – tencuială exterioară ; 4 – beton armat interior ; 5 – termoizolaţie ; 6 – interspaţiu de aer ventilat ; 7 – beton armat exterior ; 0 – barieră contra vaporilor ; p_s(E) – presiune de saturaţie ; p – presiune efectivă ; R_v – rezistenţa la difuzia vaporilor

acest strat și stratul termoizolator se aplică o folie cu permeabilitate mică la aer, care joacă rol și de barieră contra vaporilor.

Orificiile, în cazul stratului exterior de protecție din zidărie de cărămidă, se pot obține prin lăsarea unor rosturi neumplute cu mortar de ciment.

Stratul de aerare exterior se poate obține și prin folosirea ca finisaj exterior a unor plăci ondulate de azbociment, sau din tablă ambutisată, zincată sau eloxată, datorită prezenței interspațiului de aer din ondulele acestor elemente, care se ventilează cu ajutorul aerului atmosferic prin orificii adecvate.

Atunci cînd există un strat etanș de finisare pe fața exterioară a pereților cu structură din multe straturi, realizat din plăci de piatră naturală și artificială, cu absorbție mică de apă și vapori (marmoră, gresie, ceramică smălțuită), de dimensiuni mari (cu lungime de rosturi mică în raport cu suprafața), prezența interspațiului de aer ventilat este absolut necesară, îndeosebi la clădiri cu umidități relative ale aerului în interior mai mari de 60% (fig. 12).

La realizarea acestor placaje exterioare se poate admite și folosirea plăcuțelor ceramice smălțuite, de dimensiuni mici (1—2 cm latură, cu lungimea de rosturi mare în raport cu suprafața) în special la pereții exteriori ai clădirilor, care au umidități relative ale aerului în interior sub 60%; în acest caz, plăcuțele nu se vor aplica în cîmp continuu pe suprafața exterioară aferentă camerelor respective. Această măsură este necesară la construcțiile din țara noastră deoarece, la aceste construcții, clima și temperaturile exterioare de calcul impun acest lucru; în țări cu climat mai călduros, de exemplu asemănător celui din Italia, acest placaj se poate aplica pe întreaga suprafață exterioară a pereților clădirilor de locuit, neexistînd pericolul înghețării condensului acumulat în structura pereților.

În cazul capsulării etanșe a materialului termoizolator într-o cutie de tablă ambutisată sau de aluminiu, se poate renunța la acest strat de aerare, materialul termoizolator fiind ferit de influența umidității mediului înconjurător.

4. CONCLUZII PRIVIND INFLUENȚA FINISAJELOR ȘI STRUCTURII PEREȚILOR EXTERIORI ASUPRA CONFORTULUI HIGROTERMIC DIN INTERIORUL CLĂDIRILOR CIVILE

a. Confortul higrotermic din interiorul clădirilor civile este influențat direct de finisajul și structura pereților exteriori, în sensul că parametrii aerului interior (temperatură, umiditate, viteză de circulație și temperatură radiantă), care realizează acest confort, se pot obține printr-o dimensionare și alcătuire rațională a structurii pereților exteriori, precum și prin aplicarea unor finisaje adecvate pe acești pereți.

b. Mecanismul stabilirii unui regim higrotermic optim în interiorul clădirilor civile depinde de o serie de măsuri care trebuie luate pentru păstrarea caracteristicilor finisajelor și structurii pereților exteriori, de exemplu: aplicarea de bariere contra vaporilor, prevederea unor straturi de aerare în structura pereților exteriori, asigurarea unei aderențe corespunzătoare a finisajelor etc.

c. La proiectarea structurii și alegerea finisajelor pentru pereții exteriori, în vederea realizării unui confort higrotermic optim, trebuie să se aibă în vedere că în condițiile de exploatare aceste elemente de construcții sînt supuse atît unor solicitări higrotermice de iarnă, cît și celor de vară; în consecință, structurile și finisajele alese trebuie să corespundă rolurilor care le revin pentru realizarea unor regimuri higrotermice confortabile de iarnă și de vară.

d. Realizarea unor finisaje și structuri corespunzătoare pentru pereți exteriori, în scopul realizării unui regim de confort higrotermic optim în interiorul clădirilor civile, trebuie să se bazeze pe următoarele principii:

- aplicarea de finisaje exterioare, care să nu fie bariere de vapori (vopsitorii pe bază de Vinarom, tencuieli cu mortare de ciment, tencuieli decorative, placaje ceramice care alternează cu cîmpuri tencuite, placaje de azbociment cu strat de aerare în spate etc);

- utilizarea de materiale de zidărie cu porozitate suficientă (produse ceramice, betoane etc), care să permită „respirația structurii" prin eliminarea umidității provenite din condens spre aerul exterior, pînă la atingerea umidității de echilibru;

- așezarea barierei contra vaporilor (pelicule de vopsitorii de ulei și polimeri, folii de carton bitumat), chiar pe fața interioară a pereților exteriori, pentru evitarea condensului pe această față, condens care în alte condiții se transmite prin structura peretelui spre exterior;

- utilizarea de miezuri termoizolatoare din materiale cu caracteristici higrotermice ridicate, rezistente la acțiunea umidității (de exemplu: plăci de beton celular autoclavizat, polistiren celular etc.), așezate spre partea exterioară a structurii pereților;

- prevederea de straturi de ventilare, care să asigure eliminarea, în aerul exterior, a apei provenite din condensarea vaporilor.

DETERMINAREA STĂRII DE EFORTURI ÎN DIAFRAGMELE CU GOLURI

cînd se ia în considerare şi influenţa forţei tăietoare

Conf. dr. ing. **MIHAIL DIACONU**
Institutul politehnic Iaşi

I. Introducere

Pereţii portanţi, diafragmele, ca structuri de rezistenţă a clădirilor civile şi industriale şi-au dovedit, în practica construcţiilor, avantajele lor însemnate în comparaţie cu alte structuri de rezistenţă, atît sub aspectul realizării simple, cît şi al capacităţii portante la acţiunea sarcinilor orizontale (seismice şi vînt).

Determinarea stării de eforturi şi respectiv calculul de rezistenţă al acestor structuri capătă un caracter mai deosebit cînd este vorba de diafragme slăbite de unul sau mai multe şiruri de goluri pentru uşi sau ferestre (fig. 1), deoarece ele se comportă, la acţiunea sarcinilor gravitaţionale şi orizontale, ca şaibe multiplu conexe. Întrucît proporţiile elementelor componente ale unei diafragme — plinurile verticale (şpaleţii) şi buiandrugii (grinzile de legătură între şpaleţi) — nu îndeplinesc condiţiile care să ne permită asimilarea lor cu bare, metodele staticii sistemelor alcătuite din bare nu au putut fi aplicate decît în mod izolat şi oarecum forţat, după o adaptare corespunzătoare [1], [9].

Ţinînd seama şi de faptul că nici metodele exacte ale teoriei elasticităţii nu pot fi operante în cazul unui domeniu multiplu conex ca cel în cauză, în practica proiectării din diverse ţări şi de la noi şi-au găsit o largă aplicare metodele de calcul aproximative, considerate a fi într-o anumită măsură specifice diafragmelor cu goluri, cînd, pornindu-se de la anumite ipoteze simplificatoare, se ajunge, de exemplu, în cazul diafragmelor cu un singur şir de goluri, la un sistem de bază, în care necunoscuta static nedeterminată ne apare sub forma unei funcţii ce este stabilită prin rezolvarea unei ecuaţii diferenţiale.

II. Punerea problemei

Ipotezele de plecare, admise în majoritatea rezolvărilor propuse pînă în prezent, sînt următoarele :

— Şpaleţii diafragmei au o lăţime suficientă în comparaţie cu înălţimea etajului, încît eforturile localizate, transmise prin buiandrugi, să poată fi considerate ca repartizate în lungul fibrei mediane a acestora.

— Buiandrugii au secţiunea transversală dreptunghiulară şi sînt inextensibili. Secţiunile tuturor buiandrugilor unui şir de goluri sînt aceleaşi, în afară de buiandrugul de la capătul liber al diafragmei, care se presupune că are jumătate din secţiunea transversală a unui buiandrug obişnuit, intermediar.

— Neglijîndu-se efortul axial din buiandrugi, plinurile verticale au aceeaşi deplasare orizontală y la nivelul fiecărui etaj. În aceeaşi situaţie se găsesc derivatele y' şi y'' care definesc deformaţiile.

— Momentul de inerţie al buiandrugilor este mic în comparaţie cu momentele de inerţie ale şpaleţilor.

— Existenţa punctelor de inflexiune la mijlocul deschiderii buiandrugilor. Dacă secţiunea transversală a şpaleţilor este mult mai mare decît secţiunea transversală a buiandrugilor iar între rigidităţile şpaleţilor adiacenţi şirului de goluri nu există diferenţe prea mari, ipoteza de mai sus este foarte apropiată de realitate. Acest lucru a fost confirmat şi de încercările experimentale pe cale fotoelasticimetrică [7], [3], [10], [13].

— Ipoteza lui Navier este valabilă numai pentru secţiunile transversale ale şpaleţilor luate individual, dar nu şi pentru întreaga secţiune transversală a diafragmei.

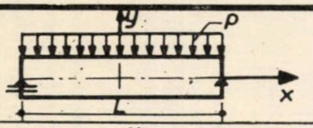
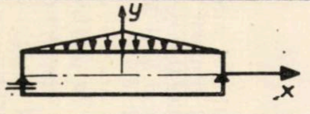
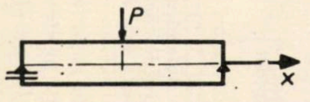
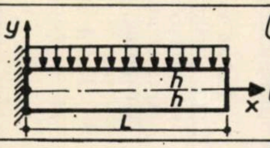
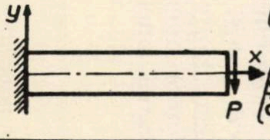
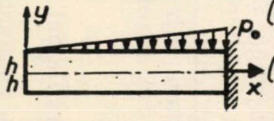
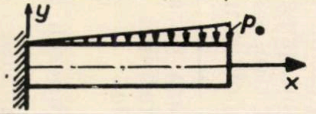
— Diafragma este înaltă şi are pe toată înălţimea ei aceleaşi caracteristici geometrice şi mecanice pentru toate elementele sale (şpaleţi şi buiandrugi). Ea este încastrată în fundaţie (se pot face şi alte ipoteze în acest sens).

Diverşi autori recomandă utilizarea acestor ipoteze în calculul diafragmelor cu goluri pentru construcţiile cu multe niveluri [13], unii precizînd că este vorba de construcţiile cu peste 7 etaje [11], cu peste 5 etaje [2], [5] etc.

În esenţă, rezolvările propuse iau în considerare posibilitatea aplicării ipotezei secţiunilor plane pentru şpaleţii verticali pe care-i încadrează în categoria grinzilor obişnuite $\left(\lambda_s = \frac{H}{b_s} > 5\right.$, unde H este înălţimea diafragmei şi b_s lăţimea unui şpalet$\left.\right)$.

Există unii autori [2], [5] care aplică ipoteza secţiunilor plane, valabilă în cazul grinzilor obişnuite, şi în ce priveşte comportarea buiandrugilor transversali, deşi, în multe cazuri, raportul între deschiderea l_b şi înălţimea h_b, pentru fiecare buiandrug, este mai mic decît 5.

Dacă ne referim la diafragmele de beton armat cu goluri pentru construcţiile cu mai puţine niveluri, la pereţii portanţi din zidărie în care sînt practicate slăbiri pentru uşi şi ferestre, sau chiar la diafragmele construcţiilor înalte cu multe niveluri, la care şpaleţii verticali nu

Nº	Schema de încărcare	μ	f_T/f_M % λ=10	λ=5	λ=2	λ=1	λ=0.50	f_T/f_R % λ=10	λ=5	λ=2	λ=1	λ=0.50	$(f-f_R)/f_R=f_E/f_R$ % λ=10	λ=5	λ=2	λ=1	λ=0.50
1		0.167	2.00	9.00	56.00	224	898	2.00	8.00	36.00	69.00	90.00	-0.11	-0.42	-1.92	-338	-4.83
		0.30	3.00	10.00	63.00	250	1000	2.00	9.00	39.00	72.00	91.00	-0.21	-0.78	-3.32	-6.18	-7.86
2		0.167	2.30	9.30	58.30	233	933	2.25	8.50	36.90	70.00	90.20	-0.12	-0.50	-3.20	-13.10	-61.50
		0.30	2.60	10.40	65.00	260	1040	2.53	9.43	39.40	72.20	91.20		-0.87	-4.97	-17.70	-65.60
3		0.167	2.80	11.20	70.00	280	1120	2.72	10.10	41.20	73.70	92.00	+0.68	2.52	10.30	18.40	22.90
		0.30	3.12	12.45	78.00	312	1245	3.03	11.10	43.80	75.60	92.60	+0.75	2.78	10.98	18.90	23.90
4		0.167	0.93	3.73	25.70	93.40	373	0.93	3.60	20.40	48.00	78.80	-0.21	-0.83	-4.39	-11.20	-18.30
		0.30	1.08	4.74	27.10	108.20	434	1.08	4.17	21.30	52.00	81.20	-0.17	-0.67	-3.50	-8.67	-13.70
5		0.167	0.70	2.80	17.50	70.00	280	0.69	2.72	14.90	41.10	73.70	0.17	0.68	3.73	10.30	18.40
		0.30	0.80	3.20	19.50	78.00	300	0.79	3.09	16.30	43.80	75.60	0.19	0.75	4.07	10.95	18.90
		0.167	1.17	4.67	29.20	116.00	467	1.15	4.46	22.50	53.80	82.40	-0.34	-1.32	-6.45	-10.40	+14.10
		0.30	1.30	5.20	32.50	130.00	520	1.28	4.95	24.50	56.50	84.40	-0.24	-0.97	-4.16	-4.54	+18.30
		0.167	0.85	3.40	21.20	85.00	340	0.85	3.29	17.50	46.00	77.00					
		0.30	0.94	3.78	23.60	94.00	378	0.94	3.63	19.10	48.00	79.00					

NOTAȚII: – f_T, săgeata maximă produsă de forța tăietoare; – f_M, săgeată maximă produsă de momentul încovoietor;
– f_R, săgeata maximă totală calculată cu metodele rezistenței materialelor;
– f, săgeata maximă totală calculată cu metodele teoriei elasticității;
– f_E, corecția adusă rezultatelor obținute cu metodele R.M. atunci cînd se folosesc metodele T.E.
(funcția de tensiune = polinom biarmonic)

mai îndeplinesc însă condiția de grindă obișnuită ($\lambda_s > 5$), este necesar să se ia în considerare faptul că nu se mai poate aplica ipoteza secțiunilor plane și, în consecință, nu mai este posibilă neglijarea influenței deformației produse de eforturile unitare tangențiale, respectiv de forța tăietoare.

In adevăr, așa cum rezultă din tabela 1, pentru grinzile încastrate la un capăt și libere la celălalt, în funcție de raportul laturilor (λ) și de tipul încărcării, săgeata maximă produsă de forța tăietoare (f_T) capătă valori apreciabile, ce nu pot fi neglijate în comparație cu săgeata produsă de momentul încovoietor (f_M). Chiar dacă raportul $(f_T/f_M)\%$ este mai mare în cazul grinzii simplu rezemate (de exemplu pentru grinda simplu rezemată din beton armat cu $\lambda = 2$, acționată de o forță concentrată la mijlocul deschiderii, avem $\frac{f_T}{f_M}\% = 70\%$), el capătă totuși și la grinda în consolă valori ce se ridică pînă la 30% cînd $\lambda = 2$.

De aceea, *în cele ce urmează, vom căuta să rezolvăm problema determinării stării de eforturi în diafragmele cu un șir de goluri, în cazul mai general, cînd se ia în considerare, pe lîngă influența deformației produse de momentul încovoietor (M), forța axială (N) și influența deformației produse de forța tăietoare (T) ce ia naștere în șpaleții verticali.* Cu alte cuvinte, vom admite ipotezele mai sus amintite, îmbunătățite în sensul lărgirii domeniului de aplicabilitate, și anume : atît buiandrugii, cît și șpaleții verticali pot să nu îndeplinească condiția de grindă obișnuită ($\lambda > 5$), deoarece se va lua în considerare și influența deformației produse de forța tăietoare, cînd ipoteza secțiunilor plane nu-și mai păstrează valabilitatea.

Astfel, *se vor obține relații generalizate pentru calculul diafragmelor cu goluri, prin particularizarea cărora regăsim soluțiile date de către unii autori ce au neglijat anumiți factori, pe care i-au considerat ca avînd o influență mai puțin însemnată asupra comportării acestor structuri de rezistență.* Desigur că și în ce privește valoarea inferioară a lui λ trebuie admisă o limită pînă la care rezultatele obținute prin metodele elementare ale rezistenței materialelor sînt confirmate de rezultatele obținute prin metodele teoriei elasticității. Pe baza tabelei 1, apreciem că valoarea limită inferioară a lui λ poate fi egală cu 2. Cu alte cuvinte, atît șpaleții, cît și buiandrugii trebuie să se încadreze în categoria grinzilor de lungime medie ($2 \leqslant \lambda \leqslant 5$) [8].

Tabela 1 — Săgeți maxime calculate cu metodele rezistenței materialelor cînd se ține seama de M și T comparate cu rezultatele din teoria elasticității

III. Rezolvarea problemei

III. 1. *Ideea de bază*

Diafragma cu goluri este un domeniu multiplu conex cu un mare grad de nedeterminare statică (fig. 1 *a*). Ca și în marea majoritate a rezolvărilor date pînă în prezent pentru diafragmele înalte, și în cazul *cînd se ia în considerare influența deformației produse de forța tăietoare în șpaleți și buiandrugi* plecăm de la ideea de bază a înlocuirii buiandrugilor cu o legătură continuă între cele două plinuri verticale ale diafragmei, imaginată sub forma unor lamele (fig. 1 *c*) a căror rigiditate pe înălțimea unui etaj trebuie să fie egală cu a buiandrugului înlocuit (fig. 1 *b*). Deci lamelele de pe înălțimea dx (fig. 1 *c*) au rigiditatea $\frac{I_b}{h}dx$ (I_b este momentul de inerție al secțiunii buiandrugului și h înălțimea unui etaj).

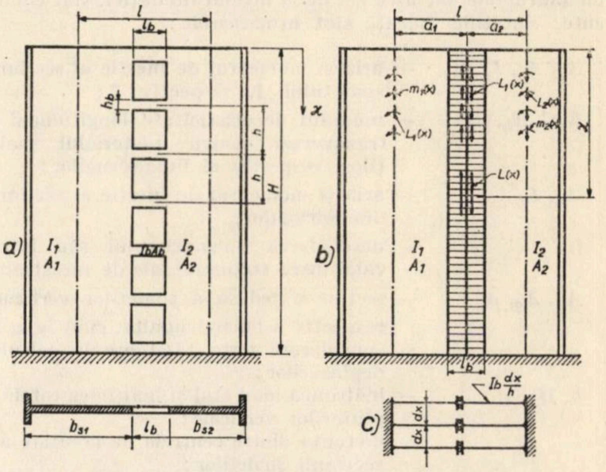


Fig. 1 — a — Diafragma cu un șir de goluri
b — Sistemul înlocuitor și sistemul de bază
c — Detaliu al sistemului de bază

Sistemul de bază se obține secționînd lamelele la mijlocul lungimii lor, unde $M_b = 0$ (axul vertical al golurilor). În lungul secțiunii făcute acționează forța de lunecare cu intensitatea $L_1(x)$ care, cumulată pe înălțimea unui etaj, reprezintă de fapt forța tăietoare pentru un buiandrug. Funcția lunecării (forța tăietoare în buiandrugi) este considerată ca necunoscută static nedeterminată.

În rezolvările existente referitor la diafragmele ale căror șpaleți îndeplinesc condiția de grindă lungă, unii autori iau ca necunoscută static nedeterminată lunecarea unitară $L_1(x)$ la nivelul de secționare a lamelelor înlocuitoare, notată adesea cu $q(x)$ [4], [10], sau $\frac{\tau}{h}$ [2], [5], [11], iar alții [13], [14], [3], [6], [7], lunecarea sumată începînd de la extremitatea liberă a diafragmei pînă într-o secțiune oarecare :

$$L(x) = \int_0^x L_1(x)\,dx.$$

În cazul de față, cînd se ține seama și de influența deformației produse de forța tăietoare din șpaleți, *vom considera ca necunoscută static nedeterminată funcția lunecării sumate* $L(x)$ *și* vom fixa originea axelor de coordonate la extremitatea liberă a diafragmei.

III. 2. *Stabilirea ecuației diferențiale în cazul diafragmei cu un șir de goluri*

Vom căuta să determinăm funcția necunoscută static nedeterminată și apoi starea de tensiune în diafragmele cu un singur șir de goluri, prezentînd rezolvarea problemei în forma sa generală, pentru orice sarcină exterioară orizontală și orice mod de rezemare, explicitînd soluția pentru diverse cazuri concrete întîlnite în practică.

Caracteristicile geometrice ale secțiunilor șpaleților, ale buiandrugilor, inclusiv cel de la nivelul fundației, sînt cunoscute. Notațiile folosite sînt următoarele:

- A_1, A_2, I_1, I_2 — aria și momentul de inerție al secțiunii șpaletului 1, respectiv 2;
- E, G, E_b, G_b — modulul de elasticitate longitudinal și transversal pentru materialul șpaleților, respectiv al buiandrugilor;
- A_b, I_b — aria și momentul de inerție al secțiunii buiandrugului;
- l_b — deschiderea buiandrugului sau intervalul între secțiunile sale de încastrare;
- A_1', A_2', A_b' — secțiunea redusă a șpaleților verticali, respectiv a buiandrugului, cînd se ia în considerare forța tăietoare la calculul deplasărilor;
- h, H — înălțimea unui etaj și înălțimea totală a plinurilor verticale;
- l — distanța dintre centrele de greutate ale secțiunii șpaleților;
- $L_1(x) = L'(x)$ — lunecarea unitară în secțiunea x;
- $L(x) = \int_0^x L_1(x)dx$ — lunecarea sumată pînă în secțiunea x;
- $L_i = Q_i$ — lunecarea ce revine unui buiandrug (forța tăietoare);
- $M(x)$ — momentul încovoietor total într-o secțiune x a diafragmei;
- $M_1(x), M_2(x)$ — momentele încovoietoare într-o secțiune oarecare a șpaleților 1 și respectiv 2;
- Δ_L, Δ_P — deplasările relative ale capetelor secționate ale legăturii continue, în sistemul de bază, la un nivel oarecare, produse de necunoscuta static nedeterminată $L(x)$ și respectiv de sarcina exterioară P, pe direcția necunoscutei static nedeterminate;
- Δ_{LH}, Δ_{PH} — valorile deplasărilor relative Δ_L și Δ_P la baza peretelui (pentru $x = H$).

Scriind condiția de continuitate a deformațiilor structurii la nivelul secționării lamelelor înlocuitoare ale buiandrugilor (ecuația de compatibilitate)

$$\Delta_L = \Delta_P, \tag{1}$$

se obține ecuația diferențială prin integrarea căreia găsim funcția necunoscută static nedeterminată $L(x)$.

III.2.1. *Deplasarea relativă produsă de necunoscuta static nedeterminată* pe direcția ei de acțiune are următoarele componente (fig. 2):

$$\Delta_L = \Delta_L^{Mb} + \Delta_L^{Qb} + \Delta_L^{N(L)} + \Delta_L^{M(L)} \tag{2}$$

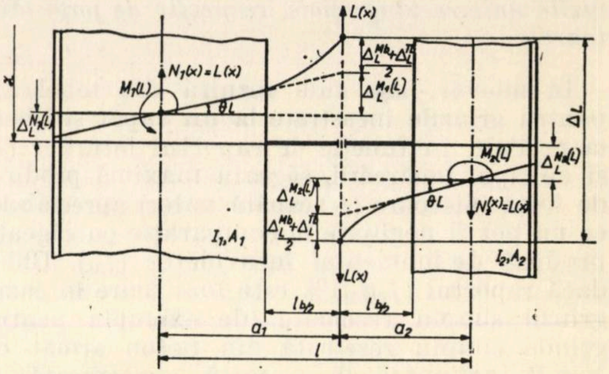


Fig. 2 — Deplasarea relativă la nivelul secționării lamelelor produsă de $L(x)$ pe direcția sa

c) *Deplasarea relativă la nivelul secționării lamelelor produsă de momentul încovoietor din buiandrug* (M_b) *rezultat din acțiunea necunoscutei static nedeterminate* $L(x)$:

$$\Delta_L^{Mb} = \frac{h\, l_b^3}{12 E_b I_b} \cdot L'(x). \tag{3}$$

b) *Deplasarea relativă produsă de forța tăietoare din buiandrugi* (Q_b) *sub acțiunea lui* $L(x)$:

$$\Delta_L^{Qb} = \frac{h\, l_b}{G_b A_b'} \cdot L'(x). \tag{4}$$

c) *Deplasarea relativă la nivelul secționării lamelelor produsă de forța axială din șpaleți* (N_L) *sub acțiunea lui* $L(x)$:

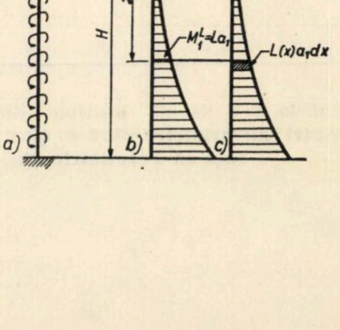
$$\Delta_L^{N(L)} = \int_x^H \frac{N_1(x)}{EA_1}dx + \int_x^H \frac{N_2(x)}{EA_2}dx.$$

Deoarece $N_1(x) = |N_2(x)| = \int_0^x L'(x)\,dx = L(x)$, rezultă:

$$\Delta_L^{N(L)} = \frac{1}{E}\left[\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right]\int_x^H L(x)\,dx. \tag{5}$$

d) *Deplasarea relativă la nivelul secționării lamelelor, produsă de momentul încovoietor din șpaleții verticali* $M(L)$ *rezultat din acțiunea lui* $L(x)$, se determină cu ajutorul metodelor rezistenței materialelor. Forța de lunecare unitară $L_1(x) = L'(x)$ redusă la axa șpaleților duce la apariția unor forțe axiale $N_1(x)$, respectiv $N_2(x)$ și a unor momente încovoietoare distribuite de intensitate $m_1(x) = L_1 a_1$, respectiv $m_2(x) = L_1 a_2$ (fig. 3).

Fig. 3 — Calculul rotirii secțiunii șpaleților θ_L produsă de $L(x)$
a — Schema de încărcare;
b — Diagrama M_1^L;
c — Grinda conjugată



Deoarece curburile celor două plinuri verticale sînt aceleaşi (buiandrugi incompresibili), rezultă că şi din acţiunea momentului încovoietor produs de $L(x)$ avem :

$$y_L'' = \frac{M_1(L)}{EI_1} = \frac{L(x)\,a_1}{E\,I_1} = \frac{L(x)\,a_2}{E\,I_2} = \frac{L(x)\cdot(a_1+a_2)}{E(I_1+I_2)} =$$

$$= \frac{L(x)\cdot l}{E(I_1+I_2)}. \tag{6}$$

Rotirea secţiunii şpaleţilor (aceeaşi pentru ambii şpaleţi), determinată cu ajutorul metodei grinzii conjugate (fig. 3 c), va fi dată de relaţia :

$$\theta_L = \int_x^H \frac{L(x)\cdot a_1}{EI_1}\,dx = \frac{l}{E(I_1+I_2)}\int_x^H L(x)\cdot dx.$$

Deplasarea relativă la nivelul secţionării lamelelor, datorită rotirii secţiunilor şpaleţilor are valoarea :

$$\Delta_L^{M(L)} = \theta\cdot l = \frac{l^2}{E(I_1+I_2)}\int_x^H L(x)\,dx. \tag{7}$$

Se observă că din forţa de lunecare $L(x)$ în şpaleţii verticali nu ia naştere forţă tăietoare şi deci nu se pune problema aici de a se lua în considerație deformaţia produsă de aceasta. (În secţiunea transversală pot apare eforturi unitare tangenţiale, dar ele trebuie să se autoechilibreze).

III.2.2. *Deplasarea relativă Δ_P produsă de acţiunea forţelor exterioare $P(x)$*, indiferent de distribuţia lor, are următoarele componente :

$$\Delta_P = \Delta_P^{M_P} + \Delta_P^{T_P} \tag{8}$$

în care :

$\Delta_P^{M_P}$ — *deplasarea relativă la nivelul secţionării lamelelor datorită rotirii secţiunilor şpaleţilor produsă de momentul încovoietor $M_P^{(x)}$ din acţiunea forţelor exterioare $P(x)$.*

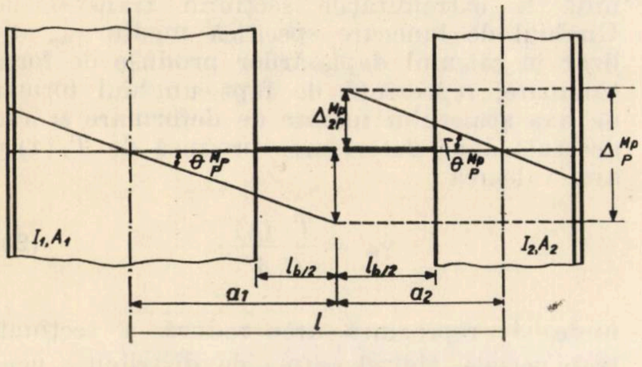


Fig. 4 — Deplasarea relativă Δ_P^{MP}

$\Delta_P^{T_P}$ — *deplasarea relativă la nivelul secţionării lamelelor, luînd în considerare deformaţia şpaleţilor produsă de forţa tăietoare $T_P(x)$ din acţiunea forţelor exterioare.*

Ţinînd seama de faptul că buiandrugii pot fi consideraţi ca incompresibili şi ne găsim în situaţia cînd este posibilă aplicarea principiului suprapunerii efectelor, rezultă că orice acţiune vom lua în considerare — forţe exterioare sau lunecarea $L(x)$ — condiţia de egalitate a curburilor sau pantelor axelor celor două plinuri verticale trebuie să fie respectată.

Vom exprima *egalitatea curburilor axelor şpaleţilor atunci cînd acţionează forţele exterioare şi se ia în considerare atît influenţa deformaţiei produse de momentul încovoietor, cît şi cea produsă de forţa tăietoare* :

$$y_P''(x) = y_{1P}''(x) = y_{2P}''(x) \tag{9}$$

sau :

$$y_{1P}'' = -\frac{M_{1P}^{(x)}}{EI_1} - \frac{p_1(x)}{GA_1'} = y_{2P}'' = -\frac{M_{2P}^{(x)}}{EI_2} - \frac{p_2(x)}{GA_2'}. \tag{10}$$

Calea cea mai riguroasă ar fi aceea care ne-ar permite să găsim cota-parte din momentul încovoietor $M_1(x)$, respectiv $M_2(x)$, precum şi cota-parte din intensitatea forţelor exterioare $p_1(x)$, respectiv $p_2(x)$, care este preluată de fiecare şpalet în parte, încît să avem respectată condiţia de egalitate a curburilor şpaleţilor cînd se ţine seama de deformaţia produsă de M şi T.

Astfel, aplicînd una din proprietăţile şirului de rapoarte egale

$$-\frac{1}{EI_1}\left[M_{1P}(x) + \frac{EI_1}{GA_1'}p_1(x)\right] = -\frac{1}{EI_2}\left[M_{2P}(x) + \frac{EI_2}{GA_2'}p_2(x)\right] = -\frac{1}{E(I_1+I_2)}\left[M_{1P}^{(x)} + M_{2P}^{(x)} + \frac{EI_1}{GA_1'}p_1(x) + \frac{EI_2}{GA_2'}p_2(x)\right]$$

şi, luînd în considerare faptul că :

$$M_{1P}(x) + M_{2P}(x) = M_P(x), \tag{11}$$

$$p_1(x) + p_2(x) = p(x), \tag{12}$$

se ajunge la următoarea relaţie de calcul pentru M_1 :

$$M_1 = \frac{M(x)\,I_1}{I_1+I_2} + \frac{E\,I_1\,I_2}{GA_2'(I_1+I_2)}\left[p(x) - \left(1+\frac{A_2'}{A_1'}\right)p_1(x)\right] \tag{13}$$

De aici se vede că momentului încovoietor preluat de şpaletul 1, proporţional cu rigiditatea sa la încovoiere, care este reprezentat de primul termen din membrul al doilea al relaţiei (13), i se aduce o corecţie atunci cînd se ia în considerare şi influenţa deformaţiei produse de forţa tăietoare.

Desigur că dacă *diafragma este simetrică* avem $p_1(x) = p_2(x) = \frac{p(x)}{2}$, rezultînd din (13), aşa cum era şi firesc, $M_{1P} = M_{2P} = \frac{M_P(x)}{2}$ şi respectiv $T_1(x) = T_2(x)$.

În acest caz particular, calculul diafragmelor cu un singur şir de goluri, cînd se ia în considerare şi influenţa forţei tăietoare din şpaleţi, nu prezintă dificultăţi deosebite.

Atunci cînd şpaleţii au dimensiuni diferite, relaţia (13) nu ne dă posibilitatea să găsim pe $M_{1P}(x)$, deoarece nici $p_1(x)$ nu este cunoscut. În această situaţie, ţinînd seama de relaţia

$$\frac{d^2 M_{1P}}{dx^2} = - p_1(x), \tag{14}$$

obţinem ecuaţia diferenţială :

$$M_{1P}'' - a^2 M_{1P} = - b^2 M_P(x) - c^2 p(x) \tag{15}$$

în care :

$$a^2 = \frac{GA_1' A_2' (I_1 + I_2)}{EI_1 I_2 (A_1' + A_2')}; b^2 = \frac{GA_1' A_2'}{EI_2 (A_1' + A_2')};$$

$$c^2 = \frac{A_1'}{A_1' + A_2'}. \tag{16}$$

Rezultă că legea după care se distribuie momentul încovoietor, produs de forţele exterioare, la fiecare şpalet în parte, se va obţine prin integrarea ecuaţiei diferenţiale (15). Cu ajutorul acestor momente încovoietoare (M_1, M_2) şi a forţelor tăietoare corespunzătoare (T_1, T_2) trebuie să se determine deplasările produse de forţele exterioare la nivelul secţionării lamelelor înlocuitoare.

Calea aceasta, mai riguroasă, este inoperantă pentru un calcul practic. De aceea, *pentru diafragmele nesimetrice propunem să se aplice următorul procedeu aproximativ cînd se ia în considerare şi influenţa deformaţiei produse de forţa tăietoare.*

Se repartizează momentul încovoietor produs de forţele exterioare proporţional cu rigiditatea la încovoiere a fiecărui şpalet.

$$M_{1P} = \frac{M_P(x)\, I_1}{I_1 + I_2}; \quad M_{2P} = \frac{M_P(x)\, I_2}{I_1 + I_2}. \tag{17}$$

Ţinînd seama că trebuie să fie respectată şi relaţia diferenţială de legătură între $M(x)$ şi $T(x)$, obţinem repartiţia forţelor tăietoare :

$$T_{1P} = \frac{dM_{1P}}{dx} = \frac{T_P(x)\, I_1}{I_1 + I_2};$$

$$T_{2P} = \frac{dM_{2P}}{dx} = \frac{T_P(x)\, I_2}{I_1 + I_2}. \tag{18}$$

Cu aceste eforturi secţionale se determină deplasările Δ_P^{MP} şi Δ_P^{TP}.

Subliniem încă o dată faptul că *soluţia dată aici este riguroasă pentru diafragmele cu un şir de goluri simetrice, acţionate de orice forţe orizontale, pentru diafragmele nesimetrice cu un şir de goluri acţionate de sarcini care produc forţă tăietoare constantă pe tronsoane* (cazul foarte des întîlnit în practică al forţelor concentrate aplicate la nivelul planşeelor) *cînd* $\frac{dT}{dx} = - p(x) = O$ şi deci relaţia (10) este respectată, distribuind momentul încovoietor proporţional cu rigiditatea la încovoiere a şpaleţilor. *Ea este aproximativă pentru diafragmele nesimetrice acţionate de sarcini orizontale distribuite.*

a) *Deplasarea relativă la nivelul secţionării lamelelor* Δ_P^{MP} ca urmare a deformaţiei şpaleţilor produsă de momentul încovoietor $M_P(x)$ se determină folosind aceeaşi fig. 3 în care se înlocuieşte $M_1^L = L.a_1$ prin M_{1P} şi $M^L(x) = L.l$ prin $M_P(x)$, obţinînd :

$$\Delta_P^{MP} = \theta_P^{MP} \cdot l = \frac{l}{E(I_1 + I_2)} \int_x^H M_P(x)\, dx \tag{19}$$

b) *Deplasarea relativă la nivelul secţionării lamelelor* Δ_P^{TP}, *ca urmare a deformaţiei şpaleţilor produsă de forţa tăietoare*, se va determina aşa cum se procedează obişnuit în rezistenţa materialelor la analiza deformaţiilor. Se consideră că, datorită acţiunii forţei tăietoare, secţiunile elementului de construcţie solicitat nu se rotesc şi se deplasează ca nişte discuri pe direcţia de acţiune a forţei tăietoare, deplasîndu-se în acelaşi timp. În cazul altor moduri de rezemare a grinzilor decît cel luat în considerare aici, problema deformaţiilor produse de forţa tăietoare necesită un studiu mai aprofundat şi ea a fost analizată într-o altă lucrare a noastră [8].

Modificarea unghiului de 90° dintre secţiunea transversală a şpaleţilor şi fibrele longitudinale ale acestora are valoarea maximă în axă şi nulă la extremităţile secţiunii transversale. Unghiul de lunecare specifică mediu γ_m, utilizat în calculul deplasărilor produse de forţa tăietoare, reprezintă de fapt unghiul format de axa şpaletului înainte de deformare şi axa acestuia după deformarea produsă de $T_P(x)$ şi are valoarea :

$$\gamma_m = \frac{T_P(x)}{G A'}, \tag{20}$$

unde A' reprezintă aria redusă a secţiunii transversale, ţinînd seama de distribuţia neuniformă a eforturilor unitare tangenţiale pe înălţimea secţiunii transversale $\left(A' = \frac{A}{K};\ K,\right.$ coeficient de formă$\left.\right)$.

Pentru cei doi şpaleţi vom avea :

$$\gamma_{1m} = \frac{T_{1P}(x)}{GA'_1}; \quad \gamma_{2m} = \frac{T_{2P}(x)}{GA_2'}. \tag{21}$$

Lamelele, care sînt încastrate în plinurile verticale, ca urmare a deformaţiei acestora din urmă, cauzată de forţa tăietoare, capătă la

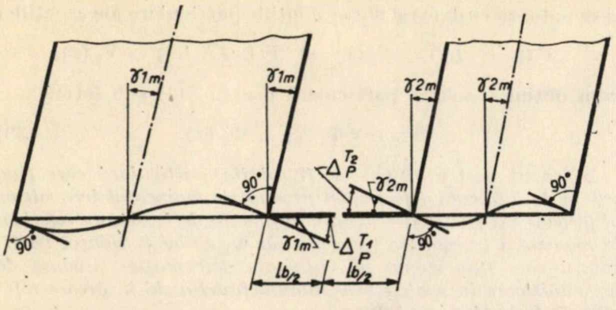


Fig. 5 – Deplasarea relativă la nivelul secționării lamelelor pe direcția lui $L(x)$ din acțiunea lui T_P

nivelul secționării lor, deplasarea relativă (fig. 5):

$$\Delta_P^{TP} = \Delta_P^{T1P} + \Delta_P^{T2P} = \gamma_{1m}\frac{l_b}{2} + \gamma_{2m}\frac{l_b}{2}.$$

Ținînd seama de (21) obținem:

$$\Delta_P^{TP} = \frac{T_{1P}}{GA'_1}\cdot\frac{l_b}{2} + \frac{T_{2P}}{GA'_2}\cdot\frac{l_b}{2} =$$

$$= \frac{T_P\, l_b}{2G A'_1 A'_2 (I_1 + I_2)}(A'_2 I_1 + A'_1 I_2). \quad (22)$$

c) *Ecuația de compatibilitate a deformațiilor* (1), exprimată în mod explicit în funcție de deplasările calculate, capătă forma:

$$\left(\frac{hl_b^3}{12E_bI_b} + \frac{hl_b}{G_bA'_b}\right) L'(x) + \frac{1}{E}\left(\frac{l^2}{I_1 + I_2} + \frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right)\int_x^H L(x)\,dx = \frac{l}{E(I_1 + I_2)}\int_x^H M_P(x)\,dx + \frac{T_P(x)\, l_b}{2GA'_1A'_2(I_1 + I_2)}(A'_2 I_1 + A'_1 I_2) \quad (23)$$

Diferențiind și folosind relațiile cunoscute

$$\frac{d}{dx}\left(\int_x^H L(x)\,dx\right) = -L(x);$$

$$\frac{d}{dx}\left(\int_x^H M_P(x)\,dx\right) = -M_P(x);$$

$$\frac{d}{dx}T_P(x) = -p(x),$$

vom găsi, după unele transformări, ecuația diferențială:

$$L''(x) - \alpha^2 L(x) = -\beta^2 M_P(x) - k^2 p(x). \quad (24)$$

unde s-a notat:

$$\alpha^2 = \frac{1}{E}\left(\frac{l^2}{I_1 + I_2} + \frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right)\frac{1}{\dfrac{hl_b^3}{12E_bI_b} + \dfrac{hl_b}{G_bA'_b}} =$$

$$= \frac{1}{E}\left(\frac{l^2}{I_1 + I_2} + \frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right)\frac{12\, I_{b\,red},\, E_b}{h\, l_b^3}; \quad (25)$$

$$\beta^2 = \frac{l}{E(I_1 + I_2)}\cdot\frac{12E_b\, I_{b\,red}}{h\, l_b^3}; \quad (25')$$

$$k^2 = \frac{l_b}{2G(I_1 + I_2)}\left(\frac{I_1}{A'_1} + \frac{I_2}{A'_2}\right)\frac{12\, E_b I_{b\,red}}{h\, l_b^3}. \quad (25'')$$

În relațiile (25) s-a luat în considerare un *moment de inerție redus al secțiunii buiandrugului* ($I_{b\,red}$), care ne spune că s-a ținut seama și de influența deformației din forța tăietoare a buiandrugului (respectiv a lamelelor înlocuitoare).

Astfel, coeficientul lui $L'(x)$ din (23), care reprezintă deplasarea produsă de $L'(x) = 1$ din încovoierea buiandrugului, cînd se ține seama de $M_b + T_b$, se poate exprima:

$$\frac{hl_b^3}{12E_bI_b} + \frac{hl_b}{G_bA'_b} = \frac{hl_b^3}{12E_bI_b}\left[1 + 2{,}4\,(1+\mu)\left(\frac{h_b}{l_b}\right)^2\right] = \frac{hl_b^3}{12E_b\, I_{b\,red}}.$$

S-a luat în considerare că secțiunea buiandrugului este dreptunghiulară și $A' = \dfrac{A}{1{,}2}$ iar $G_b = \dfrac{E_b}{2(1+\mu)}$.

În cazul general avem:

$$I_{b\,red} = \frac{I_b}{1 + 2{,}4(1+\mu)\left(\dfrac{h_b}{l_b}\right)^2}. \quad (26)$$

Cînd buiandrugul este de beton, putem să considerăm:

$$\mu = 0 \longrightarrow I_{b\,red.} = \frac{I_b}{1 + 2{,}4\left(\dfrac{h_b}{l_b}\right)^2} \quad (26')$$

sau

$$\mu = 0{,}167 \longrightarrow I_{b\,red.} = \frac{I_b}{1 + 2{,}8\left(\dfrac{h_b}{l_b}\right)^2} \quad (26'')$$

Cînd spaleții verticali și buiandrugii sînt executați din beton de aceeași calitate ($E_b = E$), coeficienții α, β, k capătă forma

$$\alpha^2 = \left(\frac{l^2}{I_1 + I_2} + \frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right)\frac{12\, I_{b\,red.}}{h\, l_b^3}; \quad (27)$$

$$\beta^2 = \frac{l}{I_1 + I_2}\cdot\frac{12\, I_{b\,red}}{h\, l_b^3}; \quad (27')$$

$$k^2 = \frac{l_b}{I_1 + I_2}\left(\frac{I_1}{A'_1} + \frac{I_2}{A'_2}\right)\frac{12\,(1+\mu)\, I_{b\,red}}{h\, l_b^3} \quad (27'')$$

În *cazul diafragmelor cu un singur şir de goluri, simetrice,* cînd $E_{plin} \neq E_b$ vom avea :

$$\alpha^2 = \frac{E_b}{E}\left(\frac{l^2}{2I_1} + \frac{2}{A_1}\right)\frac{12\, I_{b\,red}}{h\, l_b^3}; \tag{28}$$

$$\beta^2 = \frac{E_b}{E}\cdot\frac{6l\, I_{b\,red}}{I_1\, h\, l_b^3}; \tag{28'}$$

$$k = \frac{E_b}{E}\cdot\frac{6\, l_b\, I_{b\,red}}{A_1'\, h l_b^3}. \tag{28''}$$

Ecuaţia diferenţială (24) *este valabilă pentru diafragmele cu un şir de goluri, acţionate în planul lor de orice sarcină exterioară, cînd se ia în considerare influenţa deformaţiei din moment încovoietor şi forţă tăietoare, atît în buiandrugi, cît şi în şpaleţi.* Toţi coeficienţii ecuaţiei diferenţiale depind numai de caracteristicile geometrice ale structurii şi de material. Ei nu depind de modul de rezemare a diafragmei sau modul de prindere cu alte elemente structurale. În concluzie, ecuaţia diferenţială (24) este generală, putînd lua în considerare orice sarcină orizontală prin exprimarea adecvată a membrului al doilea şi orice mod de rezemare sau legătură la bază, prin intermediul condiţiilor de contur pe care le vom utiliza la determinarea constantelor de integrare.

Întîlnim în literatura de specialitate multe cazuri cînd, luînd în considerare numai influenţa deformaţiei produse de momentul încovoietor, unii autori introduc în unul dintre coeficienţii ecuaţiei diferenţiale şi un factor care depinde de felul încărcării, ajungîndu-se astfel la forme particulare ale acesteia. De aceea găsim foarte multe articole care analizează atît deducerea ecuaţiei diferenţiale, cît şi rezolvarea sa numai pentru un anumit gen de încărcare a diafragmei.

III. 3. *Rezolvarea ecuaţiei diferenţiale*

Ecuaţia (24) este o ecuaţie diferenţială liniară de ordinul II, cu coeficienţi constanţi (în ipotezele admise) şi cu partea dreaptă. Soluţia acestei ecuaţii poate fi dată sub forma polinoamelor trigonometrice, funcţiilor exponenţiale sau hiperbolice, cu ajutorul diferenţelor finite etc.

În cele ce urmează vom prezenta soluţia pentru orice mod de încărcare. Ea se compune din soluţia ecuaţiei omogene, la care se adaugă o soluţie particulară a ecuaţiei neomogene.

$$L(x) = L_0(x) + \Phi(x) \tag{29}$$

în care : $L_0(x)$ este soluţia ecuaţiei diferenţiale omogene ;
$\Phi(x)$ este soluţia particulară.

a) *Soluţia ecuaţiei omogene*

$$L''(x) - \alpha^2 L(x) = 0 \tag{30}$$

poate fi luată sub una din formele :

$$L_0(x) = C_1 e^{\alpha x} + C_2 e^{-\alpha x} \tag{31}$$

sau

$$L_0(x) = A \operatorname{ch} \alpha x + B \operatorname{sh} \alpha x. \tag{31'}$$

b) *Soluţia particulară*, aşa cum se vede din (24), depinde de încărcarea exterioară şi de aceea o vom mai numi şi funcţie de încărcare.

Se ştie că dacă avem o ecuaţie diferenţială de forma :

$$F(L, L', L'') = V_1(x) + V_2(x), \tag{32}$$

şi se notează cu $\Phi_1(x)$ şi $\Phi_2(x)$ soluţiile particulare ale ecuaţiilor

$$F(L, L', L'') = V_1(x) \quad \text{şi} \quad F(L, L', L'') = V_2(x),$$

vom obţine o soluţie particulară pentru (32) sub forma :

$$\Phi(x) = \Phi_1(x) + \Phi_2(x). \tag{33}$$

În cazul nostru, $\Phi_1(x)$ *va fi soluţia particulară care ţine seama de influenţa deformaţiei produse de momentul încovoietor al forţelor exterioare şi o denumim funcţia de încărcare referitor la momentul încovoietor* $[\Phi_M(x)]$, *iar* $\Phi_2(x)$ *va fi soluţia particulară care ţine seama de influenţa deformaţiei produse de forţa tăietoare în şpaleţi şi o numim funcţia de încărcare referitor la forţa tăietoare* $[\Phi_r(x)]$.

Folosind condiţiile lui Cauchy, pentru determinarea unei soluţii particulare, vom obţine :

$$\Phi_1(x) = \Phi_M(x) = -\frac{\beta^2}{\alpha}\int_0^x M_P(t) \operatorname{sh}\alpha(x-t)\, dt; \tag{34}$$

$$\Phi_2(x) = \Phi_T(x) = -\frac{k^2}{\alpha}\int_0^x p(t) \operatorname{sh}\alpha(x-t)\, dt, \tag{35}$$

în care variabila independentă este t, iar x este parametru şi limita de integrare.

Deci *soluţia ecuaţiei diferenţiale* (24) are forma :

$$L(x) = A \operatorname{ch}\alpha x + B \operatorname{sh}\alpha x + \Phi_M(x) + \Phi_T(x). \tag{36}$$

Desigur că soluţia dată reprezintă *o generalizare* în comparaţie cu cele cunoscute în literatura de specialitate, întrucît se ia în considerare şi deformaţia din forţă tăietoare a şpaleţilor, iar soluţiile particulare pot căpăta forme explicite pentru orice sarcină orizontală.

Dacă se ia în considerare numai influenţa deformaţiei produse de momentul încovoietor în şpaleţi, $\Phi_T = 0$ şi funcţia lunecării în buiandrugi capătă forma [6], [7] :

$$L(x) = A \operatorname{ch}\alpha x + B \operatorname{sh}\alpha x + \Phi_M'(x). \tag{37}$$

c) *Determinarea constantelor de integrare. Condiţii la limită*

Pentru determinarea constantelor de integrare din expresia lunecării sumate (36) vom folosi condiţiile la limită pentru extremitatea liberă a diafragmei şi secţiunea de la baza sa.

Fig. 6 – Diafragme ale căror şpaleţi sînt fixaţi într-o fundaţie comună, într-un planşeu rigid la bază sau într-o grindă de capăt foarte rigidă

Ne vom ocupa în această lucrare numai de cazul cînd şpaleţii sînt fixaţi într-o fundaţie comună rigidă, într-un planşeu de bază sau o grindă foarte rigidă (fig. 6).

La capătul liber al diafragmei, indiferent de faptul dacă se ia în considerare numai deformaţia produsă de momentul încovoietor sau

deformația produsă de momentul încovoietor și forța tăietoare din șpaleți, lunecarea sumată egală cu forța axială din șpaleți este nulă. Deci condiția unică la toate diafragmele cu goluri obișnuite este :

$$L_{(0)} = 0. \qquad (38)$$

Ținînd seama de expresia lui $L(x)$, rezultă că $A = 0$.

Deci :

$$L(x) = B \operatorname{sh} \alpha x + \Phi_M(x) + \Phi_T(x). \qquad (39)$$

Condiția în secțiunea de încastrare ($x = H$) capătă aspecte diferite în funcție de factorii luați în considerare.

În cazul cînd se ține seama numai de influența deformației din moment încovoietor, secțiunile din încastrare ale șpaleților nu au posibilitatea să se rotească și nici să capete translații reciproce. Exprimînd condiția de continuitate la nivelul secționării lamelelor înlocuitoare ale buiandrugilor, în dreptul încastrării diafragmei în fundație $\Delta_{LH} = \Delta_{PH}$ (40) și utilizînd relația (23) în care se introduce $x = H$ vom observa că deplasarea din forța axială și momentul încovoietor creat de lunecarea sumată ca și deplasarea din momentul încovoietor al forțelor exterioare sînt nule și rămîne numai deplasarea din încovoierea lamelelor înlocuitoare la nivelul secțiunii de încastrare :

$$\left(\frac{h l_b^3}{12 E_b I_b} + \frac{h l_b}{G A_b'}\right) L'(H) = 0.$$

Rezultă :

$$L'(H) = 0. \qquad (41)$$

În cazul cînd se ia în considerare atît deformația produsă de M, cît și de T în șpaleții verticali, în maniera în care acest lucru este posibil de efectuat prin metodele elementare ale rezistenței materialelor, nu există rotire a secțiunilor din încastrare, dar există pantă la axa deformată a celor doi șpaleți (fig. 7a), căci în acest caz rotirea secțiunilor șpaleților considerați drept grinzi nu este egală cu panta la axa deformată (y') [8], [12], [15].

Exprimînd condiția de continuitate $\Delta_{LH} = \Delta_{PH}$ la nivelul secționării lamelelor înlocuitoare ale buiandrugilor în dreptul încastrării diafragmei în fundație, prin introducerea lui $x = H$ în expresia (23) vom obține :

$$\frac{h l_b^3}{12 E_b I_{b\,red.}} L'(H) = \frac{T_p(H) l_b}{2G(I_1 + I_2)} \left[\frac{I_1}{A_1'} + \frac{I_2}{A_2'}\right].$$

Deci :

$$L'(H) = \frac{l_b}{2G(I_1 + I_2)} \left[\frac{I_1}{A_1'} + \frac{I_2}{A_2'}\right] \frac{12 E_b I_{b\,red.}}{h l_b^3} T_P(H) = k^2 T_P(H) \qquad (42)$$

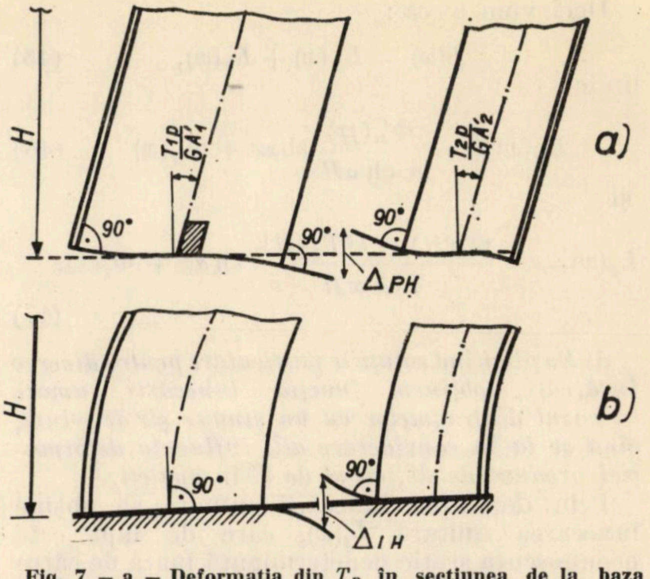


Fig. 7 – a – Deformația din T_P în secțiunea de la baza diafragmei și deplasarea Δ_{PH}; b – Deformația din L în secțiunea de la baza diafragmei și deplasarea Δ_{LH}

Punînd condiția (41) de la încastrare, cînd se neglijează influența lui $T(\Phi_T = 0)$, vom avea

$$L'(H) = 0 = \alpha B \operatorname{ch} \alpha H + \Phi_M'(H)$$

De unde rezultă :

$$B = -\frac{\Phi_M'(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H},$$

și, în final, funcția lunecării sumate $L(x)$, cînd se ia în considerare numai acțiunea deformației produse de momentul încovoietor în șpaleți, capătă forma :

$$L(x) = -\frac{\Phi_M'(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{sh} \alpha x + \Phi_M(x) \qquad (43)$$

Punînd condiția (42) de la încastrare, cînd se ia în considerare atît influența deformației din M, cît și din T în șpaleți, vom avea :

$$L'(H) = k^2 T_P(H) = \alpha B \operatorname{ch} \alpha H + \Phi_M'(H) + \Phi_T'(H),$$

de unde rezultă :

$$B = -\frac{\Phi_M'(H) + \Phi_T'(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H} + \frac{k^2 T_P(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H}$$

și, în final, funcția lunecării sumate $L(x)$ capătă forma :

$$L(x) = -\frac{\Phi_M'(H) + \Phi_T'(H) - k^2 T_P(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{sh} \alpha x + \Phi_M(x) + \Phi_T(x). \qquad (44)$$

Se observă că *lunecarea $L(x)$ poate fi descompusă în camponentele sale, și anume: componenta care ține seama numai de influența deformației produsă de momentul încovoietor $L_M(x)$ și componenta care ține seama numai de influența deformației produse de forța tăietoare în șpaleți $L_T(x)$.*

Deci vom avea:

$$L(x) = L_M(x) + L_T(x), \tag{45}$$

unde:

$$L_M(x) = -\frac{\Phi'_M(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{sh}\alpha x + \Phi_M(x) \tag{46}$$

şi

$$L_T(x) = -\frac{\Phi'_T(H) - k^2 T_P(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{sh} \alpha x + \Phi_T(x). \tag{47}$$

d) *Explicitînd soluţiile particulare pentru diverse încărcări, obţinem funcţia lunecării sumate în cazul diafragmelor cu un singur şir de goluri, cînd se ia în considerare atît influenţa deformaţiei produse de M, cît şi de T în şpaleţi.*

Prin derivarea lunecării sumate se obţine lunecarea unitară $L_1(x)$, care de fapt este necunoscuta static nedeterminată luată de către Albigès şi Goulet în cazul cînd se neglijează influenţa deformaţiei produse de T.

Forţa tăietoare ce revine unui buiandrug al diafragmei se poate determina în două moduri, care ne duc la rezultate foarte apropiate:

1) — Se face diferenţa lunecărilor sumate pînă la mijlocul etajului inferior şi superior buiandrugului respectiv:

$$Q_i = L_{i+\frac{1}{2}} - L_{i-\frac{1}{2}}. \tag{48}$$

2) — Se determină lunecarea unitară $L'(x) = L_1(x)$ în axul buiandrugului respectiv şi, considerînd-o uniform repartizată pe înălţimea etajului aferent [2], vom avea:

$$Q_i = L_{1i} \cdot h. \tag{49}$$

Expresiile lui $\Phi_M(x)$, $\Phi_T(x)$, $L_M(x)$, $L'_M(x)$, $L_T(x)$, şi $L'_T(x)$, pentru diverse cazuri de încărcare, sînt prezentate în tabela 2. Pentru a se urmări modul cum au fost deduse aceste expresii, se detaliază calculul pentru un caz de încărcare.

Sarcină concentrată la distanţa $x = a_i$ de capătul liber (fig. 8)

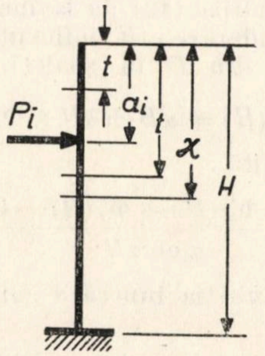


Fig. 8 — Sarcină concentrată la distanţa $x = a_i$ de capătul liber al diafragmei

Diafragma este împărţită în două cîmpuri de către secţiunea $x = a_i$.

În cîmpul $0 \leqslant x \leqslant a_i$ avem: $p(t) = 0$ şi $M_P(t) = 0$.

Deci: $\Phi_M(x) = 0$ şi $\Phi_T(x) = 0$.

În cîmpul $a_i \leqslant x \leqslant H$

Momentul încovoietor: $M_P(t) = P_i (t - a_i)$ (50)

Funcţia de încărcare:

$$\Phi_M(x) = -\frac{P_i \beta^2}{\alpha} \int_0^x (t - a_i) \operatorname{sh}\alpha (x-t) \, dt = \frac{P_i \beta^2}{\alpha^3} \Big] \alpha(x - a_i) -$$

$$- \operatorname{sh}\alpha (x - a_i)] = \frac{\beta^2}{\alpha^2} \left[M_P(x) - \frac{P_i \operatorname{sh}\alpha(x - a_i)}{\alpha} \right] \tag{51}$$

Funcţia de încărcare $\Phi_T(x)$ se va determina folosind relaţia (35) şi considerînd sarcina P_i ca find echivalentă cu o sarcină uniform repartizată pe o lungime foarte mică Δa, astfel încît:

$$p \, . \, \Delta a = P_i.$$

Intrucît integrarea se efectuează între limite foarte apropiate, de la a la $a+\Delta a$, folosind teorema valorii medii a integralei, vom obţine:

$$\Phi_T(x) = -\frac{k^2}{\alpha} \int_a^{a+\Delta a} p(t) \operatorname{sh}\alpha (x - t) \, dt = -$$

$$-\frac{P_i k^2}{\alpha} \operatorname{sh} \alpha (x - a_i). \tag{52}$$

Lunecarea sumată şi lunecarea unitară:

Pentru $0 \leqslant x \leqslant a_i$

$$L_M(x) = -\frac{P_i \beta^2}{\alpha^3} \cdot \frac{1 - \operatorname{ch} \alpha (H - a_i)}{\operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{sh} \alpha x; \tag{53}$$

$$L'_M(x) = -\frac{P_i \beta^2}{\alpha^2} \cdot \frac{[1 - \operatorname{ch} \alpha (H - a_i)}{\operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{ch} \alpha x; \tag{54}$$

$$L_T(x) = \frac{k^2 T_P(H) - \Phi'_T(H)}{\alpha \operatorname{ch} \alpha H} \operatorname{sh}\alpha x = \frac{k^2 P_i}{\alpha} [1 +$$

$$+ \operatorname{ch} \alpha (H - a_i)] \frac{\operatorname{sh} \alpha x}{\operatorname{ch} \alpha H}; \tag{55}$$

$$L'_T(x) = k^2 P_i [1 + \operatorname{ch}\alpha (H - a_i)] \frac{\operatorname{ch} \alpha x}{\operatorname{ch} \alpha H}. \tag{56}$$

Pentru $a_i \leqslant x \leqslant H$.

$$L_M(x) = \frac{P_i \beta^2}{\alpha^3} \Big\{ \alpha (x - a_i) - \operatorname{sh}\alpha (x - a_i) - [1 - \operatorname{ch}\alpha (H -$$

$$- a_i)] \frac{\operatorname{sh} \alpha x}{\operatorname{ch} \alpha H} \Big\} = \frac{P_i \beta^2}{\alpha^3} \psi_1 (\alpha x); \tag{57}$$

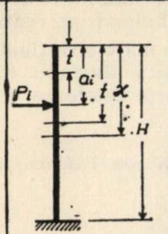
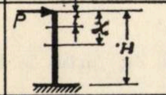
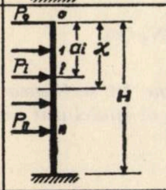
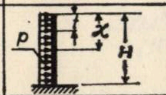
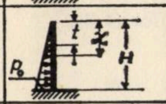
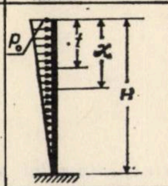
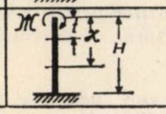
$$L'_M(x) = \frac{P_i \beta^2}{\alpha^2} \left\{ 1 - \operatorname{ch}\alpha (x - a_i) - [1 - \operatorname{ch}\alpha (H - a_i)] \frac{\operatorname{ch}\alpha x}{\operatorname{ch} \alpha H} \right\}; \tag{58}$$

$$L_T(x) = \frac{k^2 P_i}{\alpha} \left\{ [1 + \operatorname{ch}\alpha (H - a_i)] \frac{\operatorname{sh}\alpha x}{\operatorname{ch} \alpha H} - \operatorname{sh}\alpha(x - a_i) \right\} =$$

$$= \frac{P_i k^2}{\alpha} \psi_2 (\alpha x); \tag{59}$$

$$L'_T(x) = P_i k^2 \left\{ [1 - \operatorname{ch}\alpha (H - a_i)] \frac{\operatorname{ch} \alpha x}{\operatorname{ch} \alpha H} - \operatorname{ch}\alpha(x - a_i) \right\}. \tag{60}$$

Cînd sarcina concentrată se aplică la capătul liber al diafragmei, mărimile de calcul necesare se obţin din cele prezentate în cazul de încărcare analizat mai sus, făcînd pe $a_i = 0$; cînd diafragma este acţionată de sarcini concentrate aplicate la nivelul planşeelor, vom putea utiliza principiul suprapunerii efectelor, plecînd de la rezultatele obţinute în cazul sarcinii concentrate de la nivelul a_i.

Nr.	Schema de încărcare	Soluțiile particulare $\oint_M(x)$ și $\oint_T(x)$	Lunecarea sumată $L_M(x)$ Lunecarea unitară $L'_M(x)=L_{1M}(x)$	Lunecarea sumată $L_T(x)$ Lunecarea unitară $L'_T(x)=L_{1T}(x)$
1		$0\leqslant x\leqslant a_i$ $\oint_M(x)=0;$ $\oint_T(x)=0.$ $a_i\leqslant x\leqslant H$ $\oint_M=\frac{P_i\beta^2}{\alpha^3}[\alpha(x-a_i)-\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i)];$ $\oint_T(x)=-\frac{P_iK^2}{\alpha}\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i).$	$0\leqslant x\leqslant a_i$ $L_M(x)=-\frac{P_i\beta^2}{\alpha^3}\cdot\frac{1-\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)}{\mathrm{ch}\,\alpha H}\,\mathrm{sh}\,\alpha x;$ $L'_M(x)=-\frac{P_i\beta^2}{\alpha^2}\cdot\frac{1-\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)}{\mathrm{ch}\,\alpha H}\,\mathrm{ch}\,\alpha x.$ $a_i\leqslant x\leqslant H$ $L_M(x)=\frac{P_i\beta^2}{\alpha^3}\{\alpha(x-a_i)-\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i)-$ $-[1-\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}\};$ $L'_M(x)=\frac{P_i\beta^2}{\alpha^2}\{1-\mathrm{ch}\,\alpha(x-a_i)-[1-\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}\}$	$0\leqslant x\leqslant a_i$ $L_T(x)=\frac{P_iK^2}{\alpha}[1+\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H};$ $L'_T(x)=P_iK^2[1+\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}.$ $a_i\leqslant x\leqslant H$ $L_T(x)=\frac{P_iK^2}{\alpha}\{[1+\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i)\};$ $L'_T(x)=P_iK^2\{[1+\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-\mathrm{ch}\,\alpha(x-a_i)\}$
2		$\oint_M(x)=\frac{P\beta^2}{\alpha^3}[\alpha x-\mathrm{sh}\,\alpha x];$ $\oint_T(x)=-\frac{PK^2}{\alpha}\mathrm{sh}\,\alpha x.$	$L_M(x)=\frac{P\beta^2}{\alpha^3}[\alpha x-\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}];$ $L'_M(x)=\frac{P\beta^2}{\alpha^2}[1-\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}].$	$L_T(x)=\frac{PK^2}{\alpha}\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H};$ $L'_T(x)=PK^2\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}.$
3		$\oint_M(x)=\frac{\beta^2}{\alpha^3}\{\sum_0^i P_i\alpha(x-a_i)-$ $-\sum_0^i P_i[\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i)]\};$ $\oint_T(x)=-\frac{K^2}{\alpha}\sum_0^i P_i\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i).$	$L_M(x)=\frac{\beta^2}{\alpha^3}\{\sum_0^i P_i[\alpha(x-a_i)-\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i)]-$ $-\sum_0^n P_i\frac{1-\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)}{\mathrm{ch}\,\alpha H}\mathrm{sh}\,\alpha x\};$ $L'_M(x)=\frac{\beta^2}{\alpha^2}\{\sum_0^i P_i[1-\mathrm{ch}\,\alpha(x-a_i)]-$ $-\sum_0^n P_i\frac{1-\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)}{\mathrm{ch}\,\alpha H}\mathrm{cn}\,\alpha x\}.$	$L_T(x)=\frac{K^2}{\alpha}\{\sum_0^n P_i[1+\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-$ $-\sum_0^i P_i\mathrm{sh}\,\alpha(x-a_i)\};$ $L'_T(x)=K^2\{\sum_0^n P_i[1+\mathrm{ch}\,\alpha(H-a_i)]\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-$ $-\sum_0^i P_i\mathrm{ch}\,\alpha(x-a_i)\}.$
4		$\oint_M(x)=\frac{p\beta^2}{\alpha^2}[\frac{x^2}{2}+\frac{1-\mathrm{ch}\,\alpha x}{\alpha^2}];$ $\oint_T(x)=\frac{pK^2}{\alpha^2}[1-\mathrm{ch}\,\alpha x].$	$L_M(x)=\frac{p\beta^2}{\alpha^2}[\frac{x^2}{2}+\frac{1}{\alpha^2}-\frac{\mathrm{ch}\,\alpha(H-x)}{\alpha^2\mathrm{ch}\,\alpha H}-\frac{\alpha H\,\mathrm{sh}\,\alpha x}{\alpha^2\mathrm{ch}\,\alpha H}];$ $L'_M(x)=\frac{p\beta^2}{\alpha^2}[x+\frac{\mathrm{sh}\,\alpha(H-x)}{\alpha\,\mathrm{ch}\,\alpha H}-\frac{H\,\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}].$	$L_T(x)=\frac{pK^2}{\alpha^2}[(\alpha H+\mathrm{sh}\,\alpha H)\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}+1-\mathrm{ch}\,\alpha x];$ $L'_T(x)=\frac{pK^2}{\alpha}[(\alpha H+\mathrm{sh}\,\alpha H)\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-\mathrm{sh}\,\alpha x].$
5		$\oint_M(x)=\frac{\beta^2}{\alpha^2}[\frac{p_0x^3}{6H}+\frac{p_0}{\alpha^2H}(x-\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\alpha})]$ $\oint_T(x)=\frac{p_0K^2}{\alpha^3H}[\alpha x-\mathrm{sh}\,\alpha x].$	$L_M(x)=\frac{p_0\beta^2}{\alpha^5H}[\frac{\alpha^3x^3}{6}+\alpha x-(\frac{\alpha^2H^2}{2}+1)\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}];$ $L'_M(x)=\frac{p_0\beta^2}{\alpha^4H}[\frac{\alpha^2x^2}{2}+1-(\frac{\alpha^2H}{2}+1)\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}].$	$L_T(x)=\frac{p_0K^2}{\alpha^2H}\{[\frac{\alpha^2H^2}{2}-1]\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\alpha\,\mathrm{ch}\,\alpha H}+x\};$ $L'_T(x)=\frac{p_0K^2}{\alpha^2H}[(\frac{\alpha^2H^2}{2}-1)\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}+1].$
6		$\oint_M(x)=\frac{p_0\beta^2}{\alpha^2}[\frac{x^2}{2}-\frac{x^3}{6H}+\frac{1}{\alpha^2}-$ $-\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{\alpha^2}-\frac{x}{\alpha^2H}+\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\alpha^3H}];$ $\oint_T(x)=\frac{p_0K^2}{\alpha^2}(1-\mathrm{ch}\,\alpha x)-$ $-\frac{p_0K^2}{\alpha^3H}(\alpha x-\mathrm{sh}\,\alpha x).$	$L_M(x)=\frac{p_0\beta^2}{\alpha^4}\{\frac{\alpha^2x^2}{2}-\frac{\alpha^3x^3}{6\alpha H}+1-\frac{\alpha x}{\alpha H}-\frac{\mathrm{ch}\,\alpha(H-\alpha)}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-$ $-(\alpha^2H^2-2)\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{2\alpha H\,\mathrm{ch}\,\alpha H}\};$ $L'_M(x)=\frac{p_0\beta^2}{\alpha^4}\{\alpha^2x-\frac{\alpha^2x^2}{2H}-\frac{1}{H}-\frac{\alpha\,\mathrm{sh}\,\alpha(H-x)}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-$ $-(\alpha^2H^2-2)\frac{\mathrm{ch}\,\alpha x}{2H\,\mathrm{ch}\,\alpha H}\}.$	$L_T(x)=\frac{p_0K^2}{\alpha^2H}\{\frac{\alpha H^2\mathrm{sh}\,\alpha x}{2\,\mathrm{ch}\,\alpha H}+H(\mathrm{th}\,\alpha H\,\mathrm{sh}\,\alpha x+1-\mathrm{ch}\,\alpha x)+$ $+\frac{\mathrm{sh}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-\alpha x\};$ $L'_T(x)=\frac{p_0K^2}{\alpha^2H}\{\frac{\alpha^2H^2\mathrm{ch}\,\alpha x}{2\,\mathrm{ch}\,\alpha H}+\alpha H(\mathrm{th}\,\alpha H\,\mathrm{ch}\,\alpha x-\mathrm{sh}\,\alpha x)+$ $+\frac{\alpha\,\mathrm{ch}\,\alpha x}{\mathrm{ch}\,\alpha H}-\alpha\}.$
7		$\oint_M(x)=\mathfrak{M}\frac{\beta^2}{\alpha^2}(1-\mathrm{ch}\,\alpha x)$	$L_M(x)=\mathfrak{M}\frac{\beta^2}{\alpha^2}(1+\mathrm{th}\,\alpha H\,\mathrm{sh}\,\alpha x-\mathrm{ch}\,\alpha x);$ $L'_M(x)=\mathfrak{M}\frac{\beta^2}{\alpha}(\mathrm{th}\,\alpha H\,\mathrm{ch}\,\alpha x-\mathrm{sh}\,\alpha x).$	0 0

NOTAȚII: L_M – lunecarea sumată cînd se ia în considerare deformația produsă de M în spaleți.
L_{1M} – lunecarea unitară cînd se ia în considerare deformația produsă de M în spaleți.
L_T – lunecarea sumată cînd se ia în considerare deformația produsă de T în spaleți.
L_{1T} – lunecarea unitară cînd se ia în considerare deformația produsă de T în spaleți.
Cînd se ia în considerare deformația produsă de M și T vom avea: $L(x)=L_M(x)+L_T(x)$

Tabela 2 — Relații pentru calculul diafragmelor cu un șir de goluri cînd se ia în considerare influența deformației din M și T

Expresiile lunecării unitare $L'(x)=L_1(x)$, ale lunecării sumate $L(x)$, pentru diverse moduri de încărcare, pot fi prezentate în final sub formele

$$\begin{aligned} L_M(x) &= C_1\cdot F_M(\gamma,\xi);\\ L_T(x) &= C_2\cdot F_T(\gamma,\xi);\\ L'_M(x) &= D_1\cdot G_M(\gamma,\xi);\\ L'_T(x) &= D_2\cdot G_T(\gamma,\xi), \end{aligned} \qquad (61)$$

în care:

C_1 și C_2, D_1 și D_2 sînt constante pentru o anumită diafragmă și anumită încărcare, depinzînd numai de caracteristicile geometrice ale structurii și de forța tăietoare în secțiunea de la bază (încastrare);

$\gamma=\alpha H$ este o caracteristică a structurii denumită și coeficient de monolitism al ei;

$\xi=\frac{x}{H}$ este abscisa adimensională ($0\leqslant\xi\leqslant 1$);

$F_M(\gamma,\xi)$, $F_T(\gamma,\xi)$, $G_M(\gamma,\xi)$ și $G_T(\gamma,\xi)$

sînt funcții care depind de modul de încărcare a diafragmei și ele pot fi întabulate sau pre-

zentate sub formă de abace pentru diverse încărcări şi valori ale coeficientului γ.

Facem observaţia că abacele date de către Albigès — Goulet [2] pentru sarcina uniform repartizată precum şi cele prezentate de Mârşu — Vuc [11] pentru sarcina triunghiulară de tip seismic, pot fi folosite şi la determinarea lui $F_M(\gamma, \xi)$ şi $G_M(\gamma, \xi)$, cînd se ia în considerare numai acţiunea deformaţiei produse de momentul încovoietor, intrînd-se în abace cu valoarea coeficientului de monolitism γ (mai corect determinat decît ω utilizat în lucrarea [2]) şi cu abscisa adimensională $(1-\xi)$, deoarece originea axelor a fost luată de noi la extremitatea liberă a diafragmei.

Pe baza expresiilor analitice ale lui $L(x)$ şi $L'(x)$ prezentate pentru diverse moduri de încărcare cu sarcini orizontale se pot întocmi tabelele sau graficele funcţiilor $F_M(\gamma,\xi)$, $F_T(\gamma,\xi)$, $G_M(\gamma, \xi)$ şi $G_T(\gamma, \xi)$ care vor uşura în mare măsură calculul diafragmelor cînd se ia în considerare fie numai acţiunea momentului încovoietor, fie acţiunea concomitentă a momentului încovoietor şi a forţei tăietoare.

După determinarea lunecării sumate şi a forţelor tăietoare în buiandrugi, se pot calcula eforturile secţionale şi apoi eforturile unitare în elementele diafragmei.

Momentul încovoietor total într-o secţiune curentă a diafragmei se determină cu relaţia:

$$M(x) = M_P(x) - L(x)\cdot l, \tag{62}$$

iar *momentele încovoietoare care sînt preluate de fiecare şpalet în parte* au valorile:

$$M_1(x) = M(x)\cdot\frac{I_1}{I_1+I_2}\ ;\quad M_2(x) = M(x)\cdot\frac{I_2}{I_1+I_2}. \tag{63}$$

Expresiile (61) şi diagramele lui M_1, M_2 corespund sistemului substituit după înlocuirea buiandrugilor cu lamelele distribuite continuu pe înălţimea diafragmei. Dacă vom considera forţa tăietoare din buiandrugi aplicată în centrul de greutate al acestora, diagrama momentului încovoietor $M(x)$ are salturi, în dreptul axului fiecărui buiandrug, egale cu $Q_i l$.

Avînd în vedere înălţimea destul de mare a secţiunii buiandrugilor în foarte multe cazuri, această diagramă în salturi poate fi corectată ţinînd seama că forţa tăietoare Q_i se distribuie pe înălţimea acestora.

Momentul încovoietor în buiandrugi are valoarea maximă în secţiunea lor de încastrare:

$$M_{b\,max} = Q_i\frac{l_b}{2} \tag{64}$$

Forţele axiale în şpaleţi sînt egale cu forţa de lunecare sumată:

$$N_1(x) = L(x) = N_2(x). \tag{65}$$

Eforturile unitare maxime şi minime în secţiunea cea mai solicitată (secţiunea de la încastrare) a şpaletului vertical se determină cu formula:

$$\sigma_{\substack{\max\\ \min}} = \frac{N_{i\,max}}{A_i} \pm \frac{M_{i\,max}}{W_i}, \tag{66}$$

i fiind numărul de ordine al şpaletului (1,2).

BIBLIOGRAFIE

[1] AGENT RADU: *Calculul diafragmelor cu goluri după metoda Albigès — Goulet este un calcul de diafragmă sau de cadru etajat?* Rev. construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 6/1965, Bucureşti.

[2] ALBIGÈS M., GOULET J.: *Contreventement des bâtiments.* Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, mai 1960.

[3] ARCAN M.: *O metodă de calcul a diafragmelor de rigidiz re cu un şir de goluri.* Studii şi cercetări de mecanică aplicată, nr. 2, 1962.

[4] BECK H.: *Contribution to the Analysis of Coupled Shear Walls.* ACI Journal, august, 1962.

[5] DECAUCHY A.: *Contreventement des bâtimen!s.* Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics. Ian. 1964.

[6] DIACONU M.: *Studiul teoretic şi experimental al diafragmelor cu goluri la acţiunea sarcinilor orizontale.* Comunicare la sesiunea ştiinţifică a Institutului politehnic Iaşi, februarie 1965.

[7] DIACONU M., *ş.a.*: *Analiza stării de tensiune şi deformaţie pentru diafragmele cu goluri la acţiunea sarcinilor seismice la structurile de rezistenţă ale clădirilor de locuit proiectate de D.S.A.P.C. Iaşi.* Lucrare realizată pe bază de contract cu D.S.A.P.C. Iaşi, 1967.

[8] DIACONU M.: *Studiul teoretic şi experimental al grinzi lor de lungime medie şi al grinzilor-pereţi rezemate p mediu deformabil.* Teză de doctorat — Institutul poli tehnic Iaşi, 1969.

[9] КАЛМАНОК А. С. *Практические методы расчёта многоэтажных зданий на горизонталные нагрузки.* Госстроииздат, Москва. 1958,

[10] MATEESCU D., ANASTASESCU D., GADEANU L: *Calculul timpanelor rigide cu un şir de goluri.* Rev. construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 2, 1962.

[11] MIRSU O., VUC L.: *Metodă de calcul al diafragmelor la acţiuni seismice.* Rev. construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1963.

[12] MASSONNET CH.: *Résistance des matériaux,* Tom. I, Dunod, Paris, 1961

[13] ROSMAN R.: *Beitrag zur statischen Berechnung wandgerecht belasteten Querwände bei Hochbauten* (I, II, III,), Der Bauingenieur (1960, 1962).

[14] ROSMAN R.: *Approximate Analysis of Shear Walls Subject to Lateral Loads.* Journ. of the American Concrete Institue, June, 1964.

15] TEODORESCU P. P.: *Probleme plane în teoria elasticităţii.* Vol.I,Academia R.P.R.,Bucureşti, 1960

Pomparea în circuit închis

Ing. I. RAPPAPORT și ing. ȘT. VINTILĂ

Institutul de construcții București
Facultatea de instalații pentru construcții

1. GENERALITĂȚI

În instalațiile pentru producerea și transportul căldurii și frigului sînt folosite în mod frecvent pompe pentru vehicularea, printr-o rețea de conducte, a unui agent purtător de căldură (frig) între sursă și punctul de utilizare.

Vehicularea se poate face cu sau fără revenirea agentului la sursă.

În cazul revenirii agentului la sursă se poate folosi un rezervor deschis (în legătură cu atmosfera), din care agentul este reluat de pompă, fiind vehiculat din nou, prin instalație, dar mai frecvent se folosește pomparea în circuit închis, agentul fiind vehiculat în permanență prin sistemul de conducte.

În această ultimă soluție, pe o parte a circuitului de conducte se exercită efectul de aspirație a pompei și pe cealaltă parte a acestuia — efectul de refulare.

Față de regimul de presiune din perioada cît pompa nu funcționează, regimul de presiune din perioada cît pompa funcționează se caracterizează prin micșorarea presiunii pe porțiunea pe care se resimte efectul de aspirație și prin mărirea ei pe porțiunea pe care se resimte efectul de refulare.

Aceste porțiuni sînt delimitate, pe de o parte, de pompă și, pe de altă parte, de așa-numitul „punct neutru", adică punctul în care presiunea se menține constantă, indiferent de faptul dacă pompa funcționează sau nu funcționează.

De la acest punct neutru, spre pompă (pe porțiunea de aspirație), presiunea scade atingînd valoarea minimă înainte de pompă, iar de la pompă spre punctul neutru (pe porțiunea de refulare), presiunea scade, valoarea maximă fiind cea de imediat după pompă.

Regimul de presiune din rețea poate fi determinat în funcție de poziția acestui „punct neutru".

Plasarea punctului neutru în lungul circuitului se pune în mod diferit, în funcție de faptul dacă există sau nu în rețea o serie de puncte cu presiune obligată.

Punctele cu presiuni obligate pot fi realizate prin rezervoare de apă și aer, sub presiune sau deschise (în contact cu atmosfera), sau prin pompe auxiliare (care completează și eventualele pierderi de apă ale instalației).

În instalațiile arătate se folosește sistemul cu prevederea punctelor de presiune obligată, la alegerea acestei presiuni și a poziției punctelor cu presiune obligată avîndu-se în vedere evitarea vaporizării agentului, care se găsește la o anumită temperatură, și alte considerente funcționale și de siguranță în exploatare (preluarea excesului de apă datorit dilatării, evitarea suprapresiunilor periculoase, completarea pierderilor de apă ale instalației etc.).

Întrucît varietatea și complexitatea din ce în ce mai mare a instalațiilor pot pune probleme noi, din punctul de vedere al vehiculării agentului în rețea și din punctul de vedere al regimului de presiune (întinderea mare a rețelei și necesitatea unor presiuni din ce în ce mai mari pentru asigurarea circulației; înălțimea mai mare sau mai mică a clădirilor; temperatura mai mare sau mai mică a agentului), s-a considerat că este util a se analiza și o serie de aspecte care nu au fost studiate pînă în prezent și care vor permite generalizarea cunoștințelor despre funcționarea rețelelor la care pomparea se face în circuit închis.

Printre aceste aspecte sînt de semnalat următoarele :

— apariția unor subpresiuni accentuate (din ce în ce mai mari în valoare relativă) în apropiere de aspirația pompei, ceea ce evident poate duce la micșorarea debitelor pompei, mergînd chiar pînă la apariția unor discontinuități în regimul de debitare a agentului ;

— variația poziției punctului neutru pe rețea, în cazul circuitului fără puncte de presiune obligată, plasarea punctului neutru putînd lua caracterul unei probleme de nedeterminare.

2. STUDIUL TEORETIC AL FENOMENELOR

Pentru studiul teoretic s-au imaginat modele hidraulice simplificate și totuși suficiente pentru a putea analiza diferitele aspecte semnalate.

S-a presupus un circuit închis (fig. 1), alcătuit dintr-o conductă legată la racordurile de aspirație și de refulare ale unei pompe, pe această conductă fiind montate robinete care să permită variația pierderilor locale de sarcină, de la valori foarte mici și pînă la valori foarte mari, prin deschiderea completă, res-

pectiv închiderea robinetelor. De asemenea, printr-o serie de rezervoare de apă şi aer se introduc o serie de puncte cu presiune obligată.

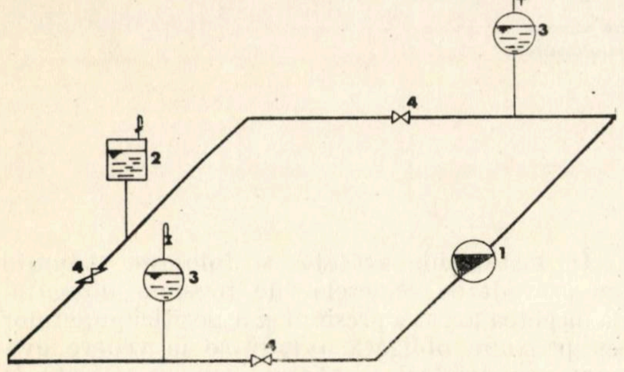


Fig. 1 Schema instalaţiei
1 — pompă de circulaţie ; 2 — rezervor deschis ; 3 — rezervor închis ; 4 — robinete

a. *Schema cu un rezervor*

O primă schemă (fig. 2) care va fi analizată se va considera cuprinzînd un rezervor de apă deschis, legătura acestui rezervor pe conducta în circuit închis (pct. A) fiind încadrată de robinete (1 şi 2) al căror grad de închidere poate duce la variaţia pierderilor locale de sarcină.

Pentru simplificarea tratării şi expunerii se va considera că pierderile de sarcină distribuite

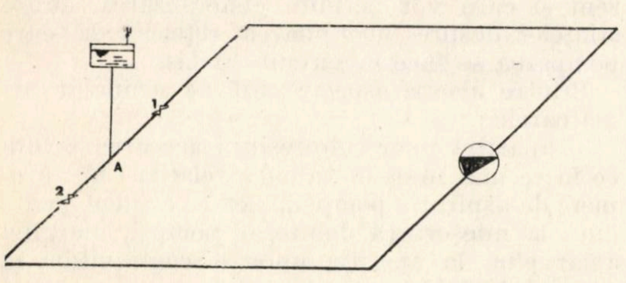


Fig. 2 — Schema instalaţiei cu un rezervor deschis

sînt mici şi neglijabile în raport cu pierderile de sarcină locale.

În consecinţă, considerînd apa incompresibilă şi ţeava rigidă, nivelul apei din rezervor ar trebui să se menţină constant şi deci presiunea în punctul de legătura (A) ar fi dată de înălţimea constantă a coloanei de apă din acel punct.

De la acest punct, care este punctul neutru în cazul de faţă, plecînd spre racordul de aspiraţie, presiunea va descreşte, respectiv va creşte, spre racordul de refulare.

Pentru a analiza variaţiile de presiune care pot să apară prin introducerea de diferite pierderi locale de sarcină prin închiderea robinetelor 1 şi 2, vor fi prezentate două situaţii limită.

Astfel, prin închiderea într-un grad foarte mare a robinetului 1 (pe partea de refulare) şi menţinerea, complet deschis, a robinetului 2 (pe partea de aspiraţie), presiunea corespunzătoare înălţimii coloanei de apă din vas se va exercita pe întreaga lungime a circuitului, de la robinetul 1 (din apropierea legăturii cu vasul — punctul neutru) şi pînă la racordul de aspiraţie (s-au neglijat pierderile de sarcină distribuite), iar pe porţiunea dintre racordul de refulare şi robinetul 1 (din apropierea punctului de legătură la vas) se va exercita o presiune egală cu înălţimea coloanei de apă din vas, adunată cu înălţimea totală de pompare (s-au neglijat pierderile de sarcină distribuite), iar în dreptul robinetului 1 se produce o pierdere de sarcină locală egală cu întreaga presiune dată de pompă. Punctul de amplasare a robinetului 1 s-a considerat foarte apropiat de punctul A, precizîndu-se că de fapt punctul de amplasare a

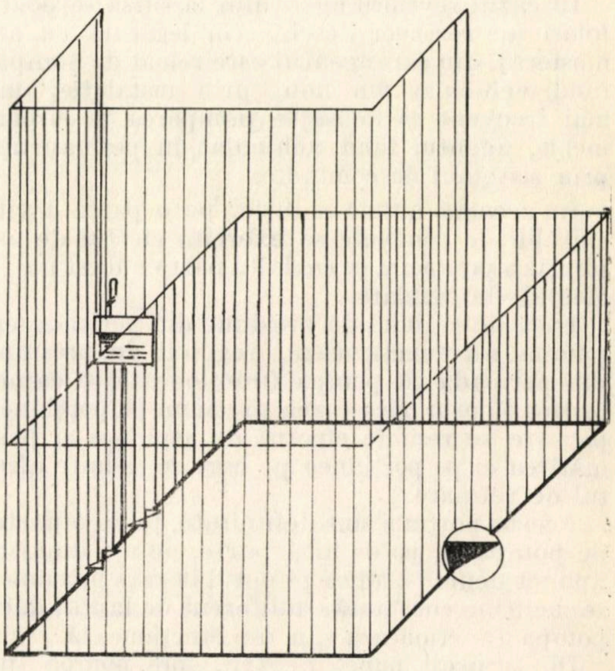


Fig. 3 — Linia piezometrică în cazul robinetului 1 puţin deschis şi al robinetului 2 complet deschis.

robinetului 1 reprezintă punctul în care linia piezometrică se frînge (fig. 3).

Dimpotrivă, dacă se procedează la închiderea într-un grad foarte mare a robinetului 2 (pe partea de aspiraţie), menţinînd complet deschis robinetul 1, presiunea corespunzătoare înălţimii coloanei de apă din vas se va exercita pe întreaga lungime a circuitului de la racordul de refulare şi pînă la robinetul 2 (din apropierea legăturii cu vasul — punctul neutru), neglijîndu-se, după cum s-a mai arătat, pierderile locale de sarcină, iar pe porţiunea dintre robinetul 2 (din apropierea legăturii cu vasul — punctul neutru) şi pînă la racordul de aspiraţie

se va exercita o presiune egală cu cea corespunzătoare înălţimii coloanei de apă din vas, micşorată cu presiunea totală a pompei, care s-a consumat pentru acoperirea pierderii locale de sarcină din robinetul 2 (fig. 4). Se face şi aici precizarea că s-au neglijat pierderile de sarcină distribuite şi că punctul de frîngere a liniei piezometrice este punctul 2, care s-a considerat mai sus ca fiind foarte apropiat de punctul A.

Debitul livrat de pompă corespunde unei anumite înălţimi de pompare, punctul respectiv de funcţionare găsindu-se la intersecţia caracteristicii Q — H a pompei cu caracteristica reţelei. Trebuie menţionat faptul că pentru caracteristica reţelei se obţine acelaşi rezultat, independent de faptul dacă pierderea de sarcină locală se produce pe porţiunea de la punctul neutru şi pînă la racordul de aspiraţie sau pe porţiunea de la racordul de refulare şi pînă la punctul neutru, prin închiderea într-un anumit grad a robinetului 2, respectiv 1.

Acest mod de funcţionare are loc fără nici un impediment în situaţia închiderii într-un grad mare a robinetului 1, iar în situaţia închiderii într-un grad mare a robinetului 2, funcţionarea în bune condiţiuni a pompei este condiţionată de faptul dacă înălţimea coloanei de apă din vas este suficient de mare pentru ca înălţimea de aspiraţie să nu depăşească o anumită limită.

În această a doua situaţie, dacă înălţimea coloanei de apă din vas nu este suficient de mare şi se ajunge la înălţimi de aspiraţie mari, debitul pompei începe să scadă (în funcţie de tipul şi de starea pompei acest fenomen poate să apară la înălţimi de aspiraţie cuprinse între 4 şi 7 — 8 m H_2O), presiunea necesară pentru circulaţie se micşorează şi ea, noile puncte de funcţionare găsindu-se pe curbele Q — H respective. Dacă şi acestor puncte de funcţionare le corespund presiuni mai mari decît înălţimea coloanei de apă din vas, se pot produce goliri parţiale ale conductei şi funcţionarea normală a pompei începe să fie deranjată, apărînd o mişcare în regim nepermanent. Apariţia acestor perturbaţii se poate intensifica, mergînd pînă la aceea că se ajunge la înălţimea critică de aspiraţie, debitul reducîndu-se la 1% — 2% din debitul iniţial, practic circulaţia fiind oprită.

Funcţionarea se produce în mod similar şi în cazul rezervorului sub presiune (fig. 5) cu pernă de aer. Pompa va funcţiona în bune condiţiuni, atît timp cît nu se ajunge la înălţimi mari de aspiraţie, iar în situaţiile cînd apar valori mari ale acestora şi datorită faptului că nu se pot evacua cantităţi de apă din instalaţii, se va ajunge rapid la înălţimea critică de aspiraţie şi, practic, la oprirea debitării de apă în instalaţie.

b. ***Schema cu două rezervoare***

La această schemă este suficient a se analiza situaţia cu rezervoare sub presiune (cu pernă de aer), pe circuitul închis fiind intercalat robinetul 1, amplasat între punctele de legătură (A şi B) ale fiecărui rezervor cu conducta în circuit închis, iar schema cu două rezervoare deschise nu ar prezenta diferenţe sensibile.

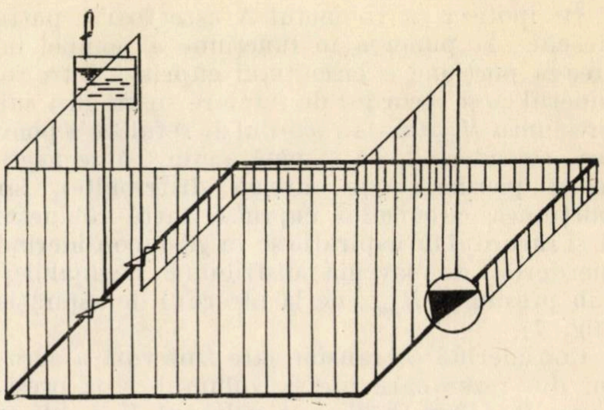


Fig. 4 — Linia piezometrică în cazul robinetului 1 complet deschis şi al robinetului 2 puţin deschis

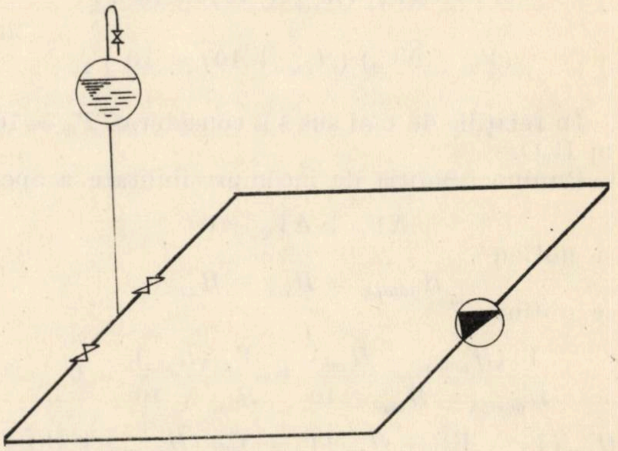


Fig. 5 — Schema instalaţiei cu un rezervor sub presiune

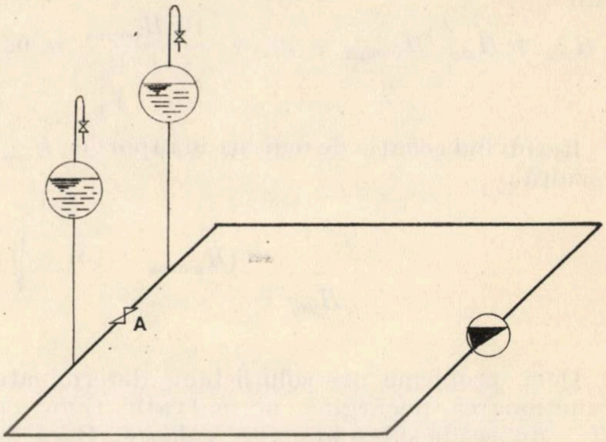


Fig. 6 — Schema cu două rezervoare sub presiune

La schema cu două rezervoare închise (fig. 6) să considerăm că volumele de aer închise în fiecare rezervor sînt V_1, respectiv V_2, iar presiunea aerului din ele, atunci cînd pompa nu funcţionează, este $P_0 = 10$ m H_2O, (în presiuni absolute), nivelul apei fiind considerat, pentru simplificare, la nivelul conductei.

În ipoteza că robinetul A este foarte puţin deschis, la punerea în funcţiune a pompei întreaga porţiune a circuitului cuprinsă între robinetul A şi racordul de refulare se va găsi sub presiunea H_{ref} (de la racordul de refulare a pompei, considerînd, ca şi pînă acum, că se neglijează pierderile de sarcină distribuite), iar porţiunea circuitului cuprinsă între robinetul A şi racordul de aspiraţie se va găsi (considerînd pierderile de sarcină distribuite neglijabile), sub presiunea H_{asp}, de la racordul de aspiraţie (fig. 7).

Considerînd o transformare izotermă a aerului din rezervoare (de la volumul V şi presiunea P_0 (10 m H_2O) — la volumul $V + \Delta V$ şi presiunea $H + P_0$) se pot scrie relaţiile :

$$(V_1 + \Delta V_1)(H_{ref} + 10) = 10\ V_1$$

$$(V_2 + \Delta V_2)(H_{asp} + 10) = 10\ V_2$$

În relaţiile de mai sus s-a considerat $P_0 = 10$ m H_2O.

Punînd condiţia de incompresibilitate a apei

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 = 0$$

şi notînd

$$H_{pompă} = H_{ref} - H_{asp}$$

se obţine :

$$\frac{V_1(H_{pompă} + H_{asp})}{H_{pompă} + H_{asp} + 10} + \frac{V_2\ (H_{asp})}{H_{asp} + 10} = 0$$

$$H^2_{asp}(V_1 + V_2) + H_{asp}(V_1 + V_2)(H_{pompă} + 10) + + 10\ V_1 H_{pompă} = 0$$

sau

$$H^2_{asp} + H_{asp}(H_{pompă} + 10) + \frac{10\ H_{pompă}}{1 + \dfrac{V_2}{V_1}} = 0.$$

Rezolvînd ecuaţia de mai sus în raport cu H_{asp}, rezultă :

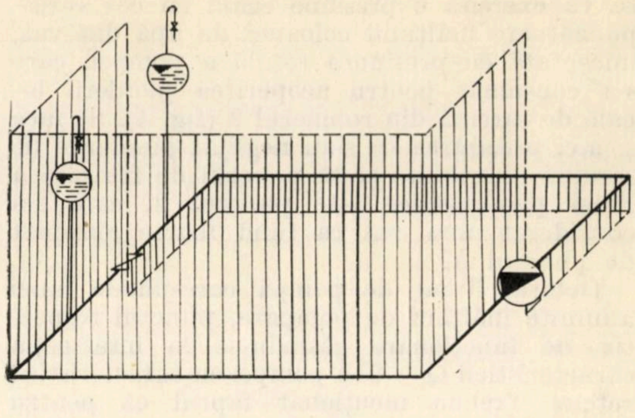


Fig. 7 — Linia piezometrică la schema cu două rezervoare sub presiune.

De altfel, prin particularizarea condiţiilor de la această schemă (adică făcînd pe rînd pe V_2 sau pe V_1 să tindă către zero), se poate ajunge la schema analizată la punctul 2 *a*, adică schema cu un singur rezervor.

În această situaţie, soluţiile obţinute devin :

— pentru $V_2 = 0$:

$$H_{asp} = \frac{-(H_{pompă} + 10) \pm \sqrt{(H_{pompă} - 10)^2}}{2}$$

$$H_{asp_1} = -H_{pompă} \text{ şi } H_{ref_1} = 0$$

$$H_{asp_2} = -10 \text{ şi } H_{ref_2} = H_{pompă} - 10$$

— pentru $V_1 = 0$

$$H_{asp} = \frac{-(H_{pompă} + 10) \pm \sqrt{(H_{pompă} + 10)^2}}{2}$$

$$H_{asp_1} = 0 \text{ şi } H_{ref_1} = H_{pompă}$$

$$H_{asp_2} = -(10 + H_{pompă}) \text{ şi } H_{ref_2} = 10.$$

$$H_{asp} = \frac{-(H_{pompă} + 10) \pm \sqrt{(H_{pompă} + 10)^2 - \dfrac{4}{1 + V_2/V_1} 10 H_{pompă}}}{2}$$

Deci, problema are soluţii bine determinate, funcţionarea decurgînd normal atît timp cît H_{asp} nu scade sub o anumită valoare. Dacă situaţia instalaţiei duce însă la valori ale lui H_{asp} care corespund unei apropieri progresive de înălţimea critică de aspiraţie, apar perturbaţiile arătate la punctul 2*a* (adică în cazul schemei cu un singur rezervor şi în condiţiile unei presiuni apropiate de cea corespunzătoare înălţimii critice de aspiraţie).

c. ***Schema fără puncte de presiune obligată***

De la schema cu două rezervoare sub presiune analizată la 2. *b* se poate trece la schema fără puncte de presiune obligată (fig. 8).

Într-adevăr, la schema de la 2.*b*, considerînd că V_1 şi V_2 tind către 0, independent dar simultan, se ajunge la schema în circuit închis, fără puncte de presiune obligată.

Relaţia stabilită la schema de la 2 *b* va deveni :

$$\lim_{V_1, V_2 \to 0} H_{asp} = \lim_{V_1, V_2 \to 0} \frac{-(H_{pompă} + 10) \pm \sqrt{(H_{pompă} + 10)^2 - \dfrac{4}{1 + V_2/V_1} 10\ H_{pompă}}}{2}$$

Se vede că această limită nu este determinată, deoarece $\frac{V_2}{V_1} = \frac{0}{0}$ este o nedeterminare.

Interpretarea fizică a acestui rezultat ar constitui un regim nestabil de funcţionare, în sensul deplasării punctului neutru, în funcţie de o serie de cauze perturbatoare, care nu pot fi controlate.

Această interpretare este plauzibilă întrucît pomparea se poate face între diferite presiuni pe aspiraţie şi pe refulare, condiţia obligatorie fiind aceea că înălţimea totală de pompare să fie $H_{pompă}$.

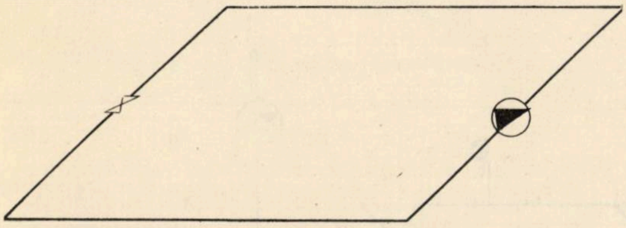


Fig. 8 — Schema instalaţiei fără puncte de presiune obligată

S-a considerat necesar ca această interpretare să fie verificată prin experimentări, urmînd a se stabili şi limitele între care se produce acest fenomen de instabilitate.

d. *Alte tipuri de scheme*

Se pot lua în considerare şi alte tipuri de scheme în sensul măririi numărului de rezervoare, dintre care unele deschise şi altele închise, sau a măririi numărului de circuite, dintre care unele cu şi altele fără rezervoare, sau schema cu pompă de adaos.

de vedere al debitelor şi al punctelor de presiune obligată, iar robinetele intercalate pe circuite putînd crea rezistenţele locale dorite sau putînd transforma schema în oricare din schemele analizate anterior.

Analiza funcţionării şi repartiţiei presiunilor la aceste scheme se reduce la cele analizate anterior.

3. VERIFICAREA EXPERIMENTALĂ

Experimentarea s-a făcut în mai multe etape, pentru a stabili condiţiile cele mai favorabile pentru o cît mai bună desfăşurare a observaţiilor.

Pentru o primă experimentare, ţinînd seama şi de necesitatea realizării unei instalaţii cu posibilităţi cît mai mari de variaţie a condiţiilor, s-a folosit o schemă de tipul celei din fig. 10. În fig. 12 este dată o fotografie a acestei instalaţii experimentale.

Ea este alcătuită din două circuite realizate cu ţeavă de 2″ şi 3″, cu suficiente robinete de închidere, atît pentru separarea fiecărui circuit şi transformarea instalaţiei în fiecare din schemele analizate anterior, cît şi pentru producerea unor pierderi locale de sarcină, care să consume presiunea pompei.

La debitele mici ale pompei, dimensiunile relativ mari ale conductelor justifică o neglijare a pierderilor de sarcină distribuite.

Ca rezervor s-a folosit o ţeavă cu diametrul de 150 mm, cu o capacitate totală de 50 l, montată în poziţie orizontală, cu robinet de închidere, care permite folosirea ca vas deschis sau sub presiune.

S-a folosit o pompă tip Sadu 65, cu debit de 4 m^3/h şi presiune de 35 m H_2O.

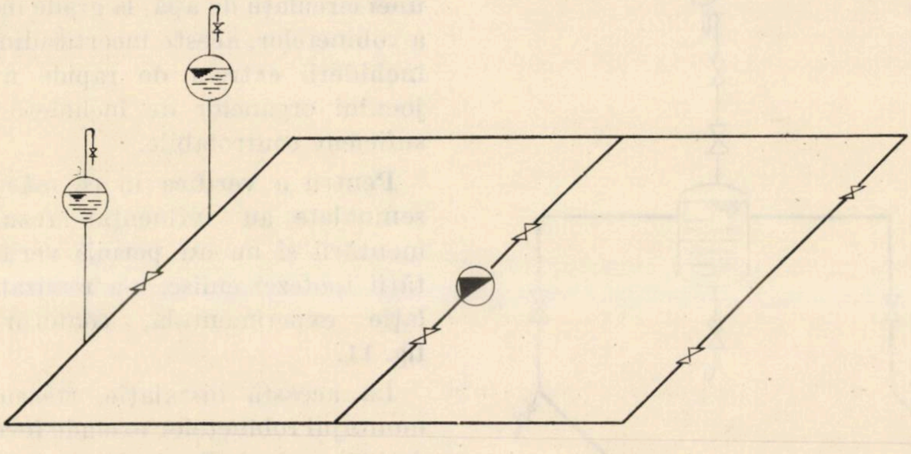


Fig. 9 — Schema cu două circuite care se condiţionează reciproc.

În fig. 9 este dat un asemenea exemplu de schemă : circuitul din dreapta este fără rezervoare, iar cel din stînga, se poate folosi ca avînd rezervoare închise sau deschise, cele două circuite condiţionîndu-se reciproc din punctul

Presiunile au fost măsurate cu manometru cu scala de 0 ÷ 10 atm şi cu mano-vacuummetre cu scala de 0 ÷ 1 atb.

Instalaţia a fost prevăzută cu suficiente racorduri pentru umplere, golire şi aerisire.

La această instalaţie, s-a urmărit verificarea concluziilor teoretice urmînd ca măsurătorile să fie continuate, detaliate şi efectuate în număr mai mare şi cu ajutorul unor manometre înregistratoare, folosind traductoare de presiune şi oscilograf, care să sesizeze şi variaţii de presiune de scurtă durată.

Trebuie subliniat faptul că la experimentare nu s-a verificat ipoteza referitoare la schema fără puncte de presiune obligată (fără rezervoare), în sensul că la această schemă regimul de presiune s-a menţinut stabil.

Indicaţiile manometrelor au variat la această schemă în măsura în care erau manevrate diferitele robinete, rezultatele fiind influenţate de poziţia pe circuit a robinetului respectiv care era manevrat. Această situaţie a dus la concluzia că pe acest circuit se găsesc volume de aer, care determină puncte de presiune obligată. Într-adevăr, la o analiză atentă a instalaţiei realizate, a rezultat că există o serie de puncte (la oberteilurile robinetelor, la manometre, la pompă etc.), în care se închid mase de aer, în afara circuitului de apă, care au acelaşi rol ca rezervoarele cu aer.

De asemenea, se pare că la subpresiunile accentuate de la recordul de aspiraţie se produce o separare intensă şi rapidă a aerului din apă.

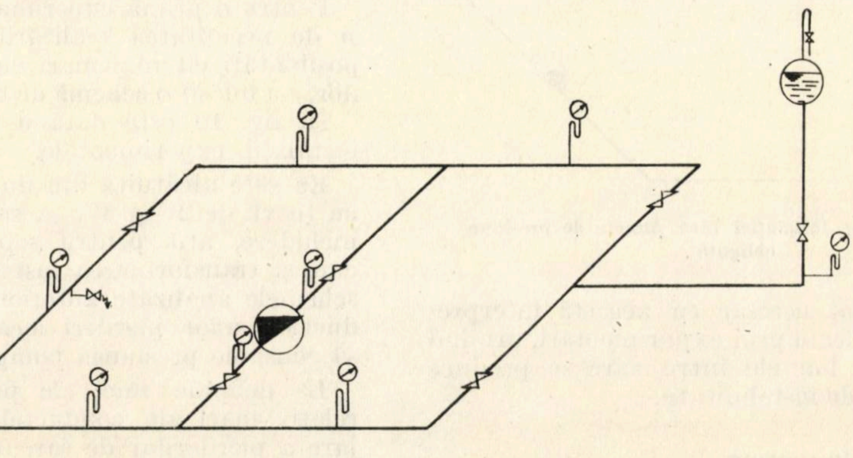


Fig. 10 – Schema instalaţiei experimentale cu două circuite

Totodată, în timpul experimentării au apărut dificultăţi în legătură cu siguranţa existenţei unei circulaţii de apă, la grade mari de închidere a robinetelor, aceste incertitudini fiind datorate închiderii extrem de rapide a robinetelor şi jocului organelor de închidere respective, insuficient controlabile.

Pentru a verifica în ce măsură deficienţele semnalate au influenţat rezultatele experimentării şi nu au permis verificarea valabilităţii ipotezei emise, s-a realizat a doua instalaţie experimentală, conform schemei din fig. 11.

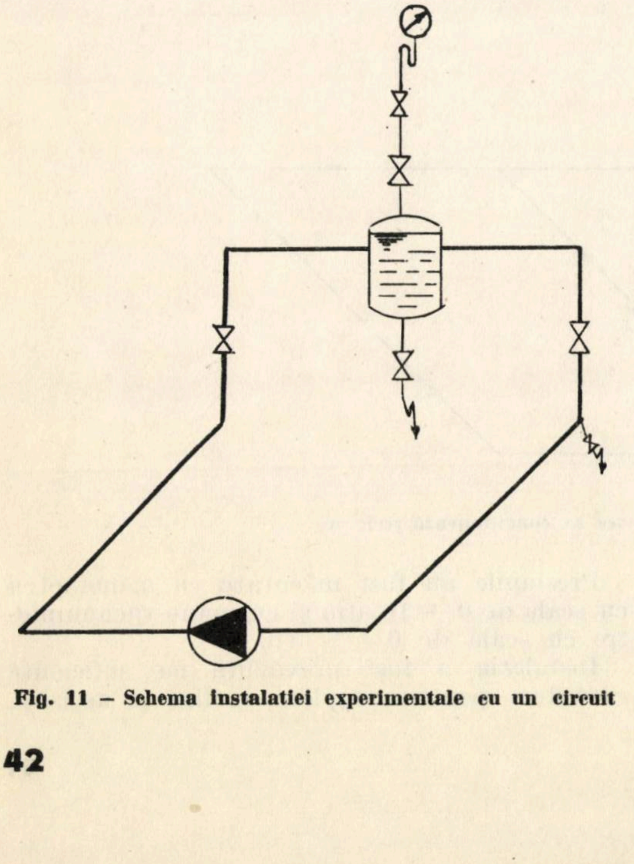


Fig. 11 – Schema instalatiei experimentale cu un circuit

La această instalaţie, traseul instalaţiei şi montajul robinetelor exclude formarea unor saci de aer, reducîndu-se şi numărul manometrelor la unul singur, pentru a reduce la minimum spaţiile în care s-ar putea închide aerul.

De asemenea, înainte de începerea experimentării s-a lăsat timp suficient pentru a permite separarea aerului din apa furnizată, de regulă, de la instalaţia de hidrofor, întrucît la

presiunea ridicată a apei livrate de această instalaţie, apa conţine aer.

Totodată experimentarea s-a făcut rapid, verificîndu-se în permanenţă umplerea completă a instalaţiei, excluzîndu-se posibilitatea de golire parţială de apă şi de formare a unor saci de aer.

În fig. 13 este dată o fotografie a acestei instalaţii.

La experienţele efectuate cu această instalaţie s-a urmărit, în mod deosebit, dacă apare regimul nestabil în cazul instalaţiei fără puncte de presiune obligată.

Dintre rezultatele observaţiilor efectuate pe această instalaţie este de semnalat faptul că, prin închiderea robinetelor 1 sau 2, presiunile indicate de manometru erau diferite, deşi era de aşteptat ca presiunea la manometru (care era amplasat în punctul neutru al instalaţiei) să rămînă constantă. Explicaţia acestui fapt ar putea să fie aceea că se produc totuşi goliri de apă, cu vaporizări sau cu saci de aer, care datorită volumului mic de apă din instalaţie, exercită o influenţă importantă asupra regimului de presiune din instalaţie.

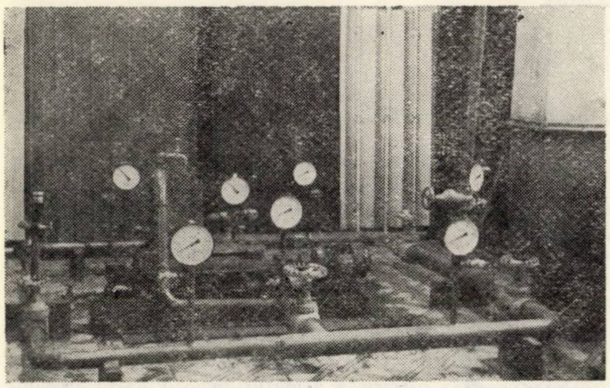


Fig. 12 — Instalaţia experimentală conform schemei din fig. 10

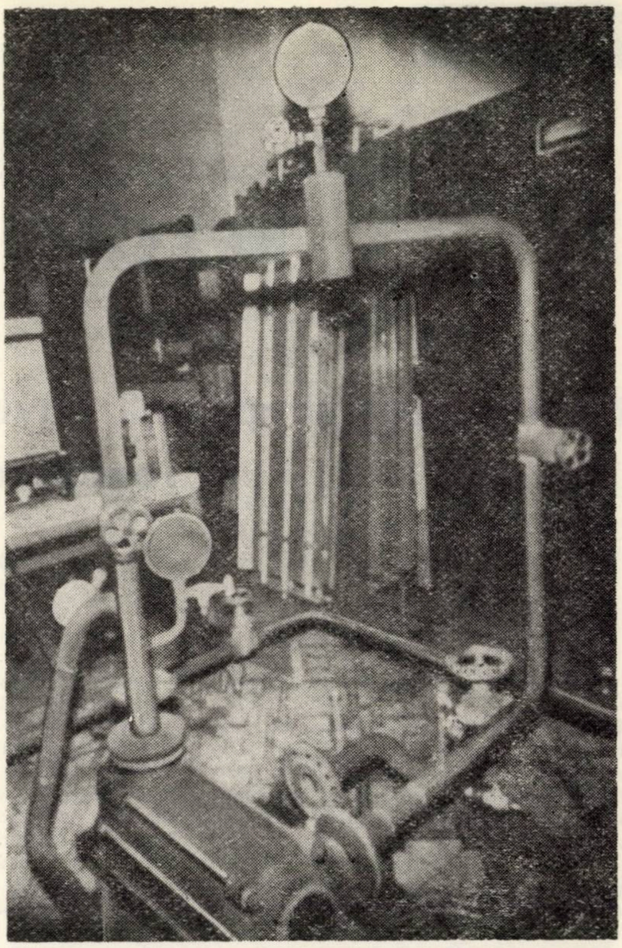


Fig. 13 — Instalaţia experimentală conform schemei din fig. 11

Aceste instalaţii au fost considerate ca pregătitoare pentru realizarea unei instalaţii mai complete, cu volum mare de apă şi cu posibilitatea executării unor măsurători mai precise, la care variaţia presiunilor e urmărită cu manometre înregistratoare, cu traductori de presiuni şi oscilator, pentru sesizarea variaţiilor de presiune de scurtă durată.

Traseul conductelor şi plasarea robinetelor urmăresc, de asemenea, asigurarea evacuării complete a aerului din instalaţie şi cuprinderea în instalaţie a unei mase mari de apă, care să facă neglijabilă existenţa în instalaţie a unor mici mase de aer, care n-ar putea fi complet evacuate.

De asemenea, vor fi folosite robinete cu poziţii de reglaj controlabile şi sticle de nivel, în care să se poată urmări măsura în care a fost evacuat aerul şi modul de apariţie a unor fenomene de cavitaţie.

Măsurătorile care vor fi executate la această instalaţie, considerăm că vor permite o analiză mai completă a fenomenelor ce se produc în cazurile semnalate şi vor permite a se trage concluziile necesare.

NOTE

BETONUL PLACAT

Noi cercetări și aplicații privind utilizarea rășinilor epoxidice la realizarea structurilor

Ing. **LEONIDA LÖBEL**
INCERC

Începînd din 1964—65, la Direcția Generală de Cercetări a Uniunii Tehnice Interprofesionale din Franța, au fost inițiate — sub îndrumarea lui R. L'Hermite — o serie de studii privind posibilitatea realizării unei bune conlucrări între diferite materiale prin lipire cu ajutorul rășinilor epoxidice.

Orientate în primul rînd spre utilizări practice, aceste studii au permis, încă din 1966, o primă aplicare a procedeelor elaborate, procedee care formează astăzi obiectul unor brevete de invenții.

După ce a constituit tema unui colocviu RILEM în anul 1967, această problemă a făcut recent obiectul unei expuneri ample a lui J. Bresson, publicată în nr. 2 (februarie) din 1971 al revistei *„Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics"*.

Într-o primă parte se prezintă rezultatele cercetărilor de laborator privind caracteristicile de adezivitate tangențială ce pot fi luate în considerare la o lipire oțel-beton, fie că este vorba de lipirea unei tole de oțel pe beton sau de realizarea unei legături a unui profil metalic cu placa sa comprimată din beton în cadrul unei structuri mixte.

Primele încercări au fost efectuate cu tole avînd grosimea de 1, 2, 3, 4 și 5 mm și pentru o lungime constantă de lipire de 26 cm. S-a ajuns la concluzia că cu cît grosimea tolelor utilizate este mai mare este necesar fie a se realiza o grosime (ce trebuie perfect cunoscută și controlată) a stratului de lipire din rășină epoxidică, fie a se folosi o rășină cu o valoare mai redusă a modulului de rigiditate transversală.

În ceea ce privește structurile mixte, încercările au scos în evidență utilitatea și importanța introducerii unei tole metalice între profilele metalice și placa de beton, turnată monolit sau prefabricată (fig. 1, 2) această tolă avînd pe de-o parte rolul de a distribui eforturile de forfecare pe suprafața de contact tolă-beton, iar pe de altă parte de a constitui armătura transversală a dalei. Prin introducerea acestei tole — la care s-a asigurat lipirea atît de profilele metalice cît și de beton — s-a obținut, la experimentări, o mărire cu peste 160% a capacității portante.

S-au analizat, de asemenea, diverse posibilități de realizare a îmbinării pe reazeme în vederea preluării prin forfecare a eforturilor ce tind să ridice dala de pe grinzi (fig. 3, 4).

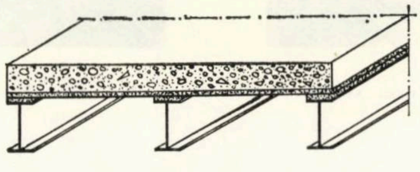


Fig. 1

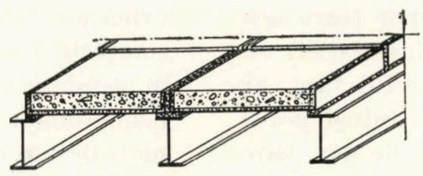


Fig. 2

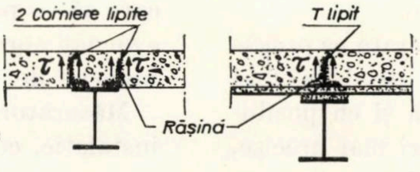


Fig. 3

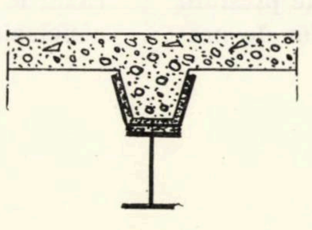


Fig. 4

Încercarea efectuată pe un model de pînză subțire — o boltă avînd deschiderea de 5,20 m, săgeata la cheie de 1,30 m, lățimea de 98 cm, realizată dintr-o tolă metalică de 2 mm grosime și 4 cm grosime de mortar (fig. 5) — a arătat posibilitatea folosirii betonului placat la realizarea plăcilor curbe subțiri.

Se consideră drept avantaje ale acestei soluții:

— prin dispoziția stratului de acoperire a armăturilor — a cărui grosime este, în general, importantă în raport cu grosimea plăcii — se obține o construcție mai ușoară;

— tola metalică evită necesitatea realizării unui cofraj continuu pretențios, care costă scump;

— este posibilă realizarea plăcilor subțiri din prefabricate, lipite între ele;

— se poate avea în vedere realizarea unor elemente sandviș prin lipirea a două tole metalice (de oțel sau aluminiu) pe fețele unor plăci de beton, sau din material plastic expandat.

Principiile consolidării elementelor de construcție prin lipirea unor armături lamelare rezultă din prezentarea unor tipuri de consolidări realizate în mod curent.

a. *Consolidarea unor planșee de beton armat cu ajutorul unei plăci subțiri lipite pe deasupra*

Betonul existent este degajat de orice eventuală șapă, apoi suprafața sa este tratată, de preferință prin sablare, pentru a o curăți și pentru a face să dispară toate elementele care nu ar avea o aderență suficientă; se procedează apoi la o desprăfuire perfectă. Se dispun apoi, la o înălțime convenabilă, armăturile menite a prelua momentele negative și o plasă sudată generalizată, cu scopul de a prelua eforturile datorite contracției betonului dalei adăugate. Apoi se aplică prin proiectare un strat de rășină în grosime de aproximativ 0,8 mm; după ce rășina devine vîscoasă, se toarnă betonul proaspăt.

b. *Consolidarea unor balcoane*

Armătura de consolidare, constituită din bare rotunde, se introduce în şanţuri realizate în beton. După ce barele sînt periate energic sau sablate, ele sînt unse cu un strat primar de epoxid pentru a le proteja împotriva coroziunii. După realizarea şanţurilor, ele sînt unse cu răşină şi se aşază oţelul în poziţia finală, după ce a fost uns cu un strat de legătură. Cînd acest strat devine vîscos, se umple şanţul cu mortar de răşină confecţionat cu nisip uscat livrat în saci.

c. *Consolidarea elementelor din beton armat sau precomprimat prin lipirea unor tole exterioare*

Acest tip de consolidare este astăzi curent folosit în practică. De aceea, el este prezentat pe larg, atît în ceea ce priveşte concepţia, cît şi problemele concrete de realizare.

În general, se lipeşte o tolă pe toată lungimea elementului, pe faţa întinsă, iar în dreptul reazemelor, — pentru a asigura, prin lunecare, preluarea forţelor tăietoare — se lipesc pe feţele laterale ale elementului tole de lungime redusă avînd o aripă întoarsă care se lipeşte pe tola de la faţa întinsă. În cazul grinzilor T, se introduc uneori şi nişte corniere în dreptul legăturii inimii cu talpa, unde se află de obicei axa neutră a elementului şi unde eforturile unitare τ de lunecare sînt maxime.

În fig 6 şi 7 se prezintă secţiuni transversale prin grinzi dreptunghiulare, respectiv grinzi T consolidate prin lipire de armături lamelare, iar în fig. 8 se pot vedea lamelele lipite în dreptul reazemelor, pentru preluarea forţelor tăietoare. De remarcat că aceste tole laterale (marcate cu (2) în fig. 8) trebuie prevăzute chiar dacă necesitatea lor nu rezultă din calculul la forţe tăietoare, deoarece au şi rolul foarte important de a asigura ancorarea pe reazeme a armăturii lamelor longitudinale.

Pentru realizarea unei siguranţe corespunzătoare a consolidării este neapărat necesar a se cunoaşte cu exactitate — pe baza planurilor de execuţie sau, în lipsa acestora, pe baza unor verificări nedistructive concludente — următoarele date:

— calitatea betonului
— calitatea şi dispoziţia armăturilor
— încărcările de exploatare.

În ceea ce priveşte aplicarea practică a tehnicii de consolidare prin lipirea unor lamele, se atrage atenţia asupra importanţei deosebite ca personalul care are această sarcină să aibă competenţa corespunzătoare şi să dea dovadă de deplină conştiinciozitate.

Pentru ca forţele de atracţie moleculară să se manifeste în măsură suficientă între adeziv şi beton, respectiv tole metalice, este neapărat necesar să se asigure:

— perfecta curăţire a suprafeţelor respective de orice substanţe sau elemente străine, gaze, lichide, praf, sau solide de slabă rezistenţă mecanică;

— rugozitatea suprafeţelor, proprietate importantă, căci ea influenţează în acelaşi timp proprietăţile de ,,udare" a suprafeţei în cursul aplicării răşinii cît şi proprietăţile mecanice, prin aceea că măreşte suprafaţa de contact între elementele respective şi adeziv;

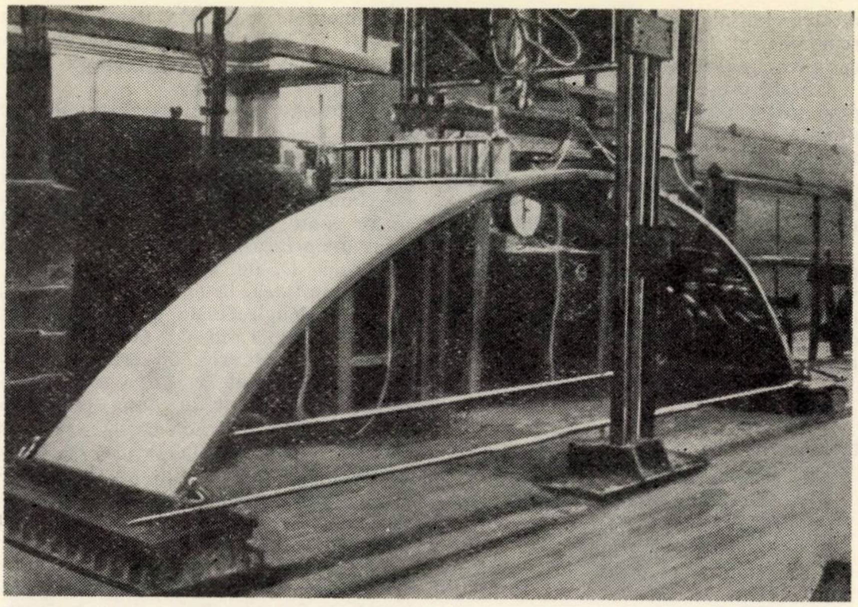


Fig. 5

— planeitatea suprafeţelor de beton pe care se aplică tolele metalice, ţinînd seama că stratul de adeziv trebuie să aibă o grosime practic uniformă de aproximativ 1 mm; se observă că ondulaţiile foarte lungi ale suprafeţei de beton pot fi acceptate, deoarece tola metalică este suficient de suplă pentru a urmări astfel de ondulaţii.

Tolele de oţel trebuie să fie degresate cu ajutorul unui solvent (acetonă, tricloretilenă) şi curăţate — prin sablare — — de calamina şi de lubrifiantul rămas pe suprafaţa lor de la laminare. Imediat după sablare, suprafaţa metalului — — avînd o culoare albă, mată — trebuie

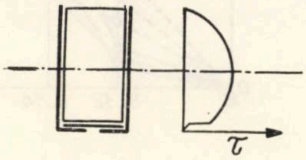


Fig. 6

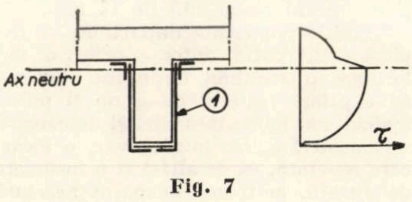


Fig. 7

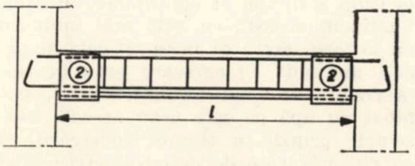


Fig. 8

acoperită cu ajutorul unei pensule sau cu pistolul, cu un strat primar de epoxid, care are drept scop să împiedice adsorbţia unui strat de molecule de aer şi de apă ce ar favoriza o coroziune rapidă.

Pregătirea suprafeţei de beton se face prin îndepărtarea stratului superficial de lapte de ciment şi prin corectarea greşelilor de formă. În cazul în care nu există necesitatea unor corecţii de formă, este preferabil a se utiliza, şi în acest caz, sablarea. În tot timpul acestei operaţii, este necesar a se verifica planeitatea suprafeţei, în două direcţii perpendiculare, cu ajutorul unei rigle suficient de lungi.

După pregătirea menţionată a suprafeţelor tolelor şi betonului, şi la cel puţin 24 de ore după aplicarea stratului primar aplicat pe tole, se poate trece la operaţiunea propriu-zisă de lipire.

În acest scop, se freacă cu glaspapir stratul primar de pe tole, pentru a face să dispară pelicula strălucitoare superficială a acestuia, în vederea îmbunătăţirii aderenţei cu stratul de lipire. Se procedează apoi la desprăfuirea îngrijită a suprafeţelor ce trebuie lipite.

Se amestecă cu atenţie cei doi componenţi ai substanţei de lipire (răşină + + întăritor) şi se aplică apoi cîte un strat în grosime de cel puţin 1 mm, atît pe tolă, cît şi pe beton. După aceea, tola se aplică pe beton şi se presează astfel încît substanţa de lipit în exces să fie eliminată. Presiunea trebuie să fie aplicată uniform. Grosimea stratului de lipire trebuie să fie de ordinul a 1 mm.

Polimerizarea răşinii sub acţiunea întăritorului fiind exotermică şi începînd imediat după amestecul celor doi componenţi, este necesar ca amestecul să se realizeze în cantităţi reduse şi să fie aplicat imediat pe beton, respectiv pe oţel.

În funcţie de răşina întrebuinţată, există un timp de aplicare optim la temperatura ambiantă. În orice caz este subînţeles faptul că în momentul aplicării răşina trebuie să-şi fi păstrat flui-

ditatea inițială, pentru a fi posibilă scurgerea ei între tolă și beton, sub acțiunea presiunii exercitate.

Această presiune trebuie apoi păstrată pînă ce reacția de polimerizare este practic încheiată. În acest scop se controlează, cu ajutorul unui durometru „Shore D”, variația durității rășinii, menținută pe șantier în condițiile de mediu ale piesei ce se consolidează.

În ceea ce privește mărimea presiunii ce trebuie aplicată pentru a învinge vîscozitatea care ia naștere la scurgerea rășinii, autorul comunicării ajunge la concluzia că ea se poate calcula cu relația:

$$pt = 2\eta l^2 \left(\frac{1}{e_2^2} - \frac{1}{e_1^2} \right)$$

în care:

p — presiunea

t — timpul cît trebuie exercitată presiunea

η — vîscozitatea rășinii

e_1 — respectiv e_2 = grosimea inițială, respectiv finală, a stratului de rășină

Elementele erau deja montate și nu puteau fi înlocuite. Fisurarea neobișnuită, care a apărut, a permis a se localiza greșala comisă.

Dispunerea tolelor (în grosime de 3 mm) longitudinale pentru preluarea momentelor încovoietoare s-a făcut pe o înălțime de 20 cm de la partea inferioară (secțiunea A, fig. 9). În dreptul reazemelor s-au aplicat — prin intermediul și al unor fururi — tole în formă de L (secțiunea B, fig. 9).

Continuitatea, la mijlocul deschiderii, a tolelor longitudinale a fost realizată cu ajutorul unor eclise de 60 cm lungime.

Pentru verificarea efectului consolidării, s-a încercat *in situ* o grindă. Încercarea s-a făcut în două etape: o primă încărcare la o sarcină egală cu cea de exploatare (în trepte egale cu aproximativ 1/3 din sarcina de exploatare); după descărcare, s-a reîncărcat grinda cu o sarcină practic egală cu de două ori cea de exploatare.

Săgeata maximă sub prima încărcare a fost de 12,5 mm, iar săgeata remanentă de 5,4 mm. Sub a doua încărcare

10) au arătat diferențe relativ importante între deformațiile specifice teoretice (calculate) și cele determinate experimental.

În concluzie, se poate spune că faptul că cercetările privind posibilitatea lipirii oțelului pe beton au găsit în numai 2 ani un cîmp de aplicare, se datorește unor avantaje certe:

— nu este necesară nici o transformare a structurii existente; nu există nici o distrugere;

— tehnica utilizată nu jenează practic exploatarea construcției;

— rapiditatea execuției;

— eleganța procedeului.

Aceste avantaje se traduc și în termeni economici: costul (în Franța) este de 300 franci pe m² de lipire, în cazul utilizării unei tole de 3 mm grosime.

În ceea ce privește considerentele care restrîng posibilitățile de aplicare ale acestei tehnici, trebuie menționat în primul rînd faptul că rășinile epoxidice au o comportare proastă la incendiu: la o temperatură de 70—80°C își pierd

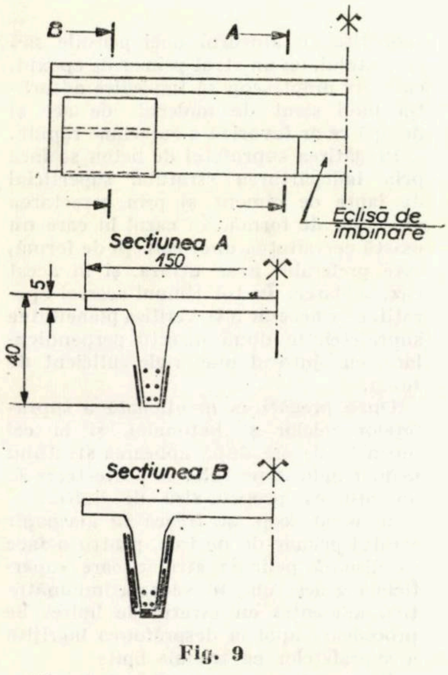


Fig. 9

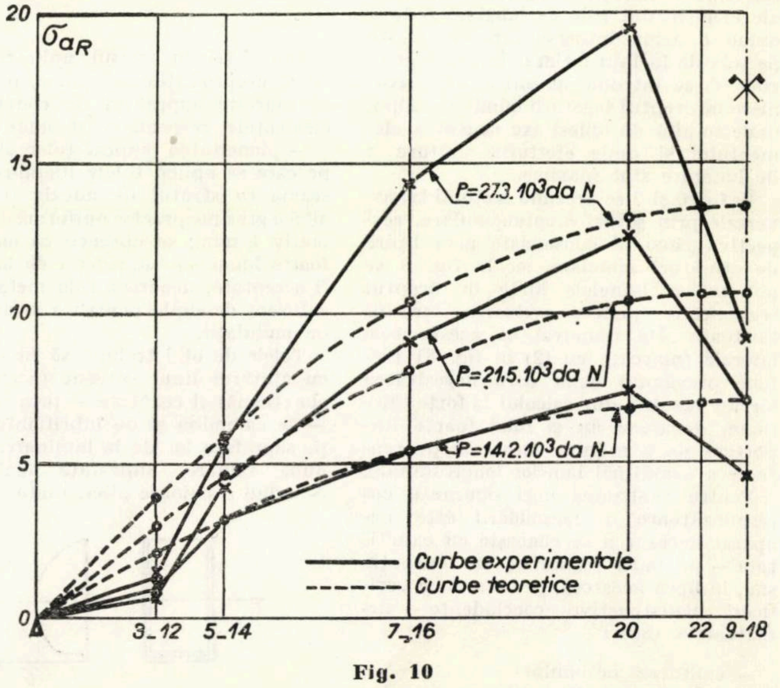


Fig. 10

Se prezintă în continuare un exemplu practic de consolidare prin lipirea unor armături.

Elementele ce trebuiau consolidate erau cu secțiunea transversală TT (fig. 9) cu deschiderea de aproximativ 7,50 m, armate cu cîte 2×8 Ø 7 mm oțel de înaltă rezistență, preîntinse. Armătura era suficientă pentru o încărcare de exploatare de 1300 kg/m² (uniform distribuită). Pentru a evita apariția unor eforturi exagerate de compresiune în beton, la transfer, în dreptul reazemelor, s-a prevăzut ca jumătate din armături să fie introduse în niște teci, pe o anumită lungime de la capătul piesei. Întrucît tecile au fost prea lungi, precomprimarea era insuficientă între abscisele 1 și 2,5 m și simetric.

s-a obținut o săgeată maximă de 26 mm și o săgeată remanentă de 11 mm.

Săgețile remanente importante se explică — de către autor — printr-o deformare a stratului de lipire. Autorul își exprimă regretul de a nu fi putut realiza mai multe încărcări și descărcări.

Considerăm, că, într-adevăr, o încărcare repetată, ca de altfel și o încărcare de durată, ar fi fost neapărat necesară pentru a stabili modul de comportare în timp a tipului de consolidare utilizat. Susținem aceasta cu atît mai mult cu cît autorul arată că măsurătorile de săgeți au avut un oarecare grad de imprecizie, dat fiind terenul argilos, îmbibat cu apă pe care erau așezate reazemele grinzii în timpul încercării, și cu cît măsurătorile extensometrice (fig.

cea mai mare parte din proprietățile mecanice.

De asemenea, trebuie arătat că utilizarea acestui procedeu de consolidare necesită a se lua o serie de precauții absolut indispensabile:

— este necesar a se alege o rășină corespunzătoare tipului de aplicare;

— concepția consolidării trebuie făcută cu multă atenție;

— executarea lucrărilor trebuie realizată cu multă grijă de către un personal competent și foarte conștiincios;

— în stadiul actual, sînt încă necesare experimentări prin care să se verifice atît concepția și execuția lucrării, cît și comportarea în timp a elementului consolidat.

Coroziunea instalaţiilor de preparare şi alimentare cu apă caldă de consum

Ing. LIVIU DUMITRESCU
C.S.E.A.L.

În ultimii 15—20 de ani, fenomenele de coroziune a instalaţiilor de preparare şi de alimentare cu apă caldă de consum au devenit din ce în ce mai accentuate, producînd prejudicii materiale şi funcţionale importante. Aceasta se explică prin extinderea instalaţiilor de preparare şi de alimentare cu apă caldă de consum, ca urmare a creşterii gradului de confort al noilor ansambluri de clădiri, respectiv prin creşterea consumului ţevilor din oţel zincat pentru conductele de alimentare cu apă caldă.

Coroziunea este un fenomen în urma căruia metalele şi aliajele lor tind să revină la stadiul lor original de minerale (oxizi, sulfuri, carbonaţi etc.), sub efectul reacţiilor chimice şi electrochimice, care intervin între metal şi mediul ambiant [3]

Coroziunea metalelor poate fi chimică, electrochimică sau biochimică.

În cazul instalaţiilor de preparare şi alimentare cu apă caldă de consum, preponderentă este coroziunea electrochimică, caracterizată prin apariţia unui curent electric între diverse părţi ale instalaţiei aflate la potenţiale diferite.

Apariţia unor diferenţe de potenţial şi deci formarea micropilelor este determinată de eterogenitatea metalului sau a reactivilor din apă.

Instalaţiile de alimentare cu apă caldă de consum (conductele de transport şi de circulaţie), cu toate că se execută din ţevi de oţel zincat, prezintă fenomene de coroziune care se pun în evidenţă fie prin colorarea apei datorită ruginii, fie prin perforarea conductelor.

Pe baza unor cercetări efectuate în Franţa [1] rezultă ca evidentă coroziunea ţevilor zincate care sînt utilizate pentru transportul apei calde de consum.

În fig. 1 sînt prezentate mostre de conducte scoase din instalaţii de alimentare cu apă caldă de consum. Se poate observa prezenţa unor depozite de rugină la faţa interioară a ţevilor, care prin curăţire şi decapare permit să se vadă scobituri sau perforări în grosimea materialului (fig. 2).

Efectuîndu-se un examen microscopic al ţevii corodate se constată prezenţa a numeroase fisuri în grosimea stratului de protecţie, paralele cu suprafaţa ţevii (fig. 3).

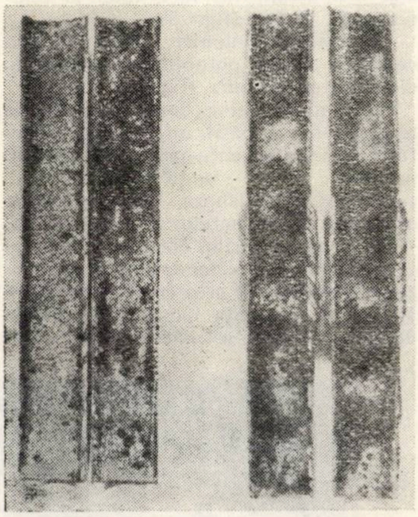


Fig. 1

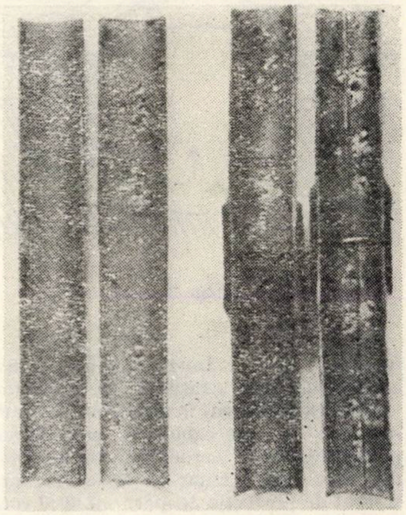


Fig. 2

Fig. 1 — Mostre de ţevi din oţel galvanizat corodate, scoase din instalaţii de alimentare cu apă caldă de consum [1]

Fig. 2 — Aceleaşi mostre din fig. 1 după curăţire şi decapare [1].

Fig. 3 — Fisurarea stratului de protecţie a ţevilor din oţel galvanizat [1[

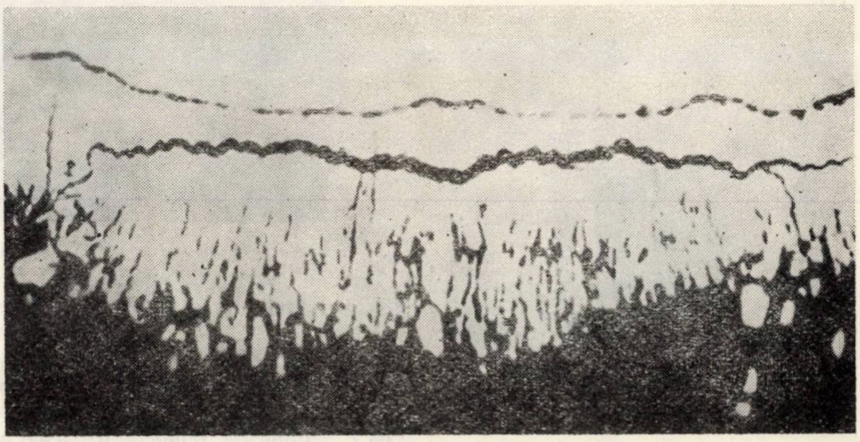


Fig. 3

Dacă se analizează un punct de coroziune a țevii se pot remarca zone colorate diferit care corespund diverșilor oxizi de fier (fig. 4).

Coroziunea se produce în special la partea inferioară a instalației, ca urmare a efectului Evens, care constă în realizarea unei zone catodice la partea superioară intens oxigenată, și în realizarea unei zone anodice la partea inferioară, sub depozitele de rugină sau de piatră, mai puțin oxigenată.

Deoarece anodul se dizolvă în beneficiul catodului, apare evidentă producerea coroziunii sub depozitele de rugină sau de piatră.

Prin zincarea conductelor din oțel se urmărește să se realizeze un strat de protecție împotriva coroziunii În acest caz zincul (anod) protejează oțelul

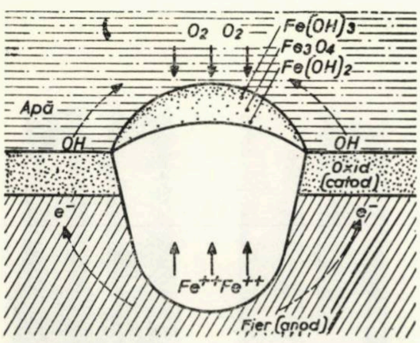


Fig. 4

(catod), chiar și atunci cînd există discontinuități ale stratului de protecție.

Din exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum s-a putut constata corodarea conductelor din oțel zincat chiar în cazul în care stratul de protecție acoperă integral conductele.

Corodarea conductelor din oțel zincat utilizate în instalațiile de preparare a apei calde de consum este semnalată de mai mulți ani în literatura de specialitate [2], [4], [5].

Recent, la Centrul de Studii *Vallourec* din Franța s-a început o serie de cercetări cu scopul de a se putea reproduce în laborator fenomenele de coroziune și de a se stabili cauzele care o determină [1].

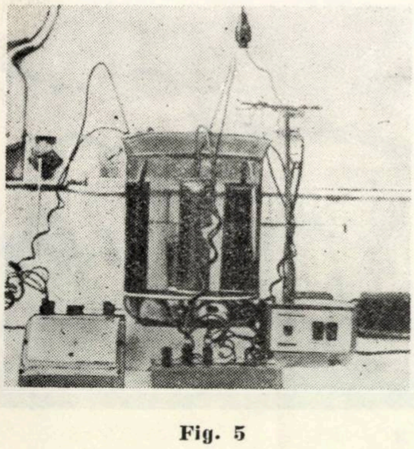


Fig. 5

S-au efectuat două categorii de încercări, și anume :

— încercări statice prin scufundarea probelor de încercare în băi care conțin

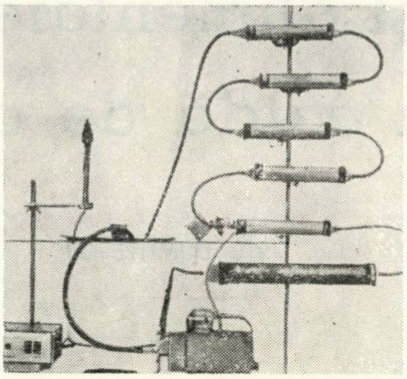


Fig. 6

apă demineralizată, menținută la temperatura dorită (fig. 5);

— încercări dinamice prin circulația continuă a apei potabile, menținută la diverse temperaturi (fig. 6).

Cu ajutorul celor două categorii de încercări s-a urmărit influența temperaturii apei și influența prezenței cuprului în soluție în apă sau în stratul de protecție de zinc asupra fenomenelor de coroziune a conductelor din oțel zincat.

Pe baza cercetărilor efectuate s-a putut constata creșterea fenomenului de coroziune în funcție de creșterea temperaturii apei și de prezența cuprului în soluția de apă ca urmare a legării unei conducte de cupru în circuitul de alimentare cu apă.

În fig. 7 sînt prezentate rezultatele unei încercări statice de 100 de zile, iar în fig. 8 sînt prezentate rezultatele unei încercări dinamice de 6 luni privind influența temperaturii apei asupra coroziunii țevilor zincate.

Se poate constata că la temperatura de 25°C, țevile zincate își păstrează în general aspectul inițial.

La temperaturi cuprinse între 40° și 80°C apar depozite de rugină, mai accentuate la 60°C, iar la temperatura de 80°C zincul nu mai protejează practic oțelul.

În cazul încercărilor dinamice s-a urmărit și influența cuprului în soluție de apă asupra creșterii fenomenelor de coroziune a țevilor zincate, prin intercalarea în circuitul de probă a unei conducte de cupru.

Efectuîndu-se încercări pe o durată de 4 luni cu apă caldă de consum de 80°C în circuite, cu și fără țevi din cupru, se poate constata accentuarea fenomenelor de coroziune în cazul existenței conductelor de cupru.

Prezența unei cantități de 0,5 % cupru în zincul utilizat pentru zincare nu determină accentuarea fenomenelor de coroziune.

O problemă care s-a pus cercetătorilor de la centrul de studii Vallourec a fost aceea de a se stabili măsurile de protecție împotriva coroziunii ca urmare a creșterii temperaturii apei calde de consum.

Pe baza încercărilor efectuate s-a putut constata reducerea fenomenelor de co

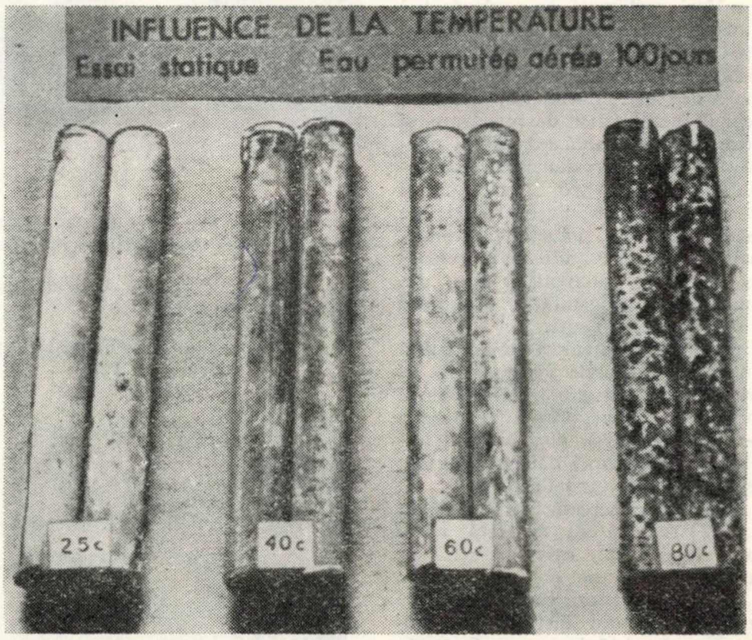


Fig. 7

Fig. 4 — Prezentarea schematică a fenomenului de coroziune a țevilor din oțel galvanizat [3]

Fig. 5 — Incercare statică prin scufundarea probelor în baie [1]

Fig. 6 — Incercare dinamică prin circularea apei calde de consum la diverse temperaturi [1]

Fig. 7 — Influența temperaturii apei asupra coroziunii țevilor din oțel galvanizat. Încercări statice de 100 de zile [1]

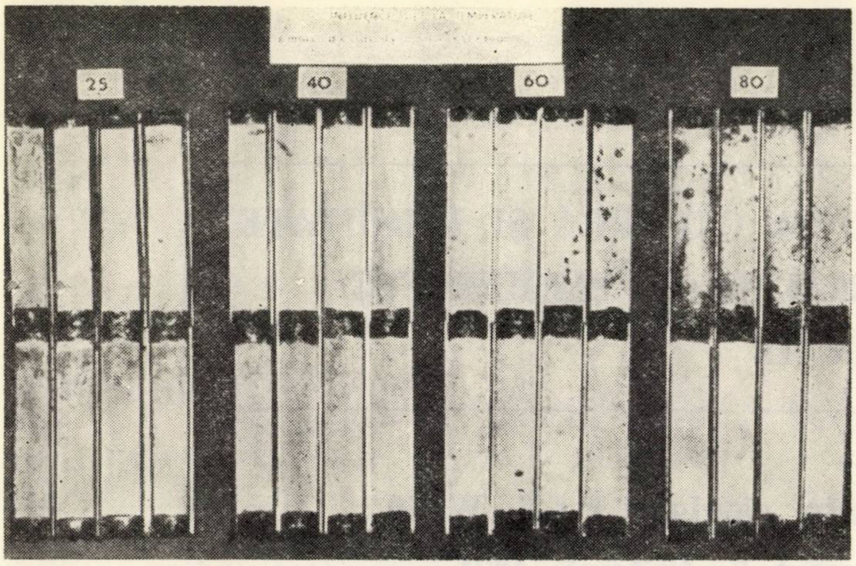


Fig. 8 — Influența temperaturii apei asupra coroziunii țevilor din oțel galvanizat. Încercări dinamice timp de 6 luni la temperaturi diferite [1]

roziune ca urmare a circulației apei calde de consum timp de 60 de zile la temperatura de 50°C.

În fig. 9 și 10 sînt prezentate rezultatele încercărilor efectuate timp de 6 luni, respectiv un an, cu țevi din oțel zincat din care unele au fost supuse unui tratament de circulație a apei calde timp de 2 luni la temperatura de 50°C, iar altele nesupuse acestui tratament.

Se poate constata în mod evident rolul protector al tratamentului de circulare a apei calde de consum cu temperatură redusă timp de 60 de zile.

Eficacitatea tratamentului prealabil de protecție a țevilor din oțel zincat prin circulația apei de 50°C în timp de 2 luni se explică prin faptul că se realizează pe pereții țevilor un strat protector care asigură apoi rezistența la coroziune a țevilor la creșterea temperaturii apei.

S-au mai studiat și alte sisteme de protecție prin circularea de lapte de var sau de ciment, de apă cu săpun etc., însă rezultatele nu sînt satisfăcătoare în comparație cu rodajul efectuat prin circularea apei cu temperatură relativ scăzută.

Rezultatul experiențelor efectuate la Centrul de Studii Vallourec a fost preluat la noi în țară de colectivul de elaborare a ,,*Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare pentru ansambluri de clădiri*''. Prin normativ s-a impus obligativitatea de a se efectua rodajul instalației de alimentare cu apă caldă de consum prin nedepășirea temperaturii de 50°C timp de 2 luni de zile de la intrarea în funcțiune a instalației.

Problema cuprului în soluția de apă și influența asupra creșterii fenomenului de coroziune a țevilor din oțel galvanizat va trebui cercetată și la noi în țară, cunoscut fiind faptul că în ultima vreme se utilizează pe scară largă schimbătoarele de căldură cu țevi din alamă.

Consider că această problemă poate constitui o temă de cercetare pentru INCERC în planul de cercetări pe anul 1972, împreună cu problema reducerii depunerilor de piatră prin tratarea apei calde de consum.

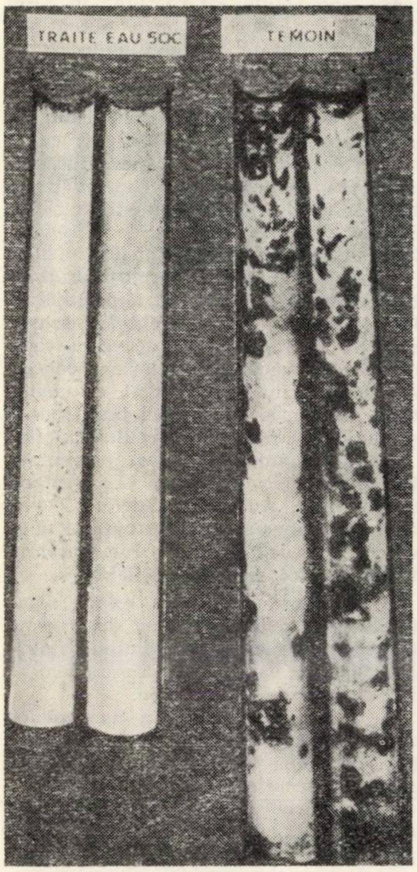


Fig. 9

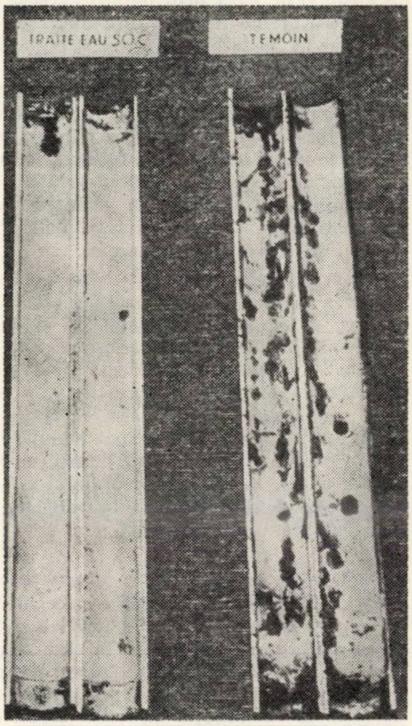


Fig. 10

Fig. 9 — Influența tratamentului prealabil al țevilor cu apă caldă de 50°C. Încercare dinamică timp de 6 luni cu apă la temperatura de 70°C [1]

Fig. 10 — Influența tratamentului prealabil al țevilor cu apă caldă de 50°C. Încercare dinamică timp de 1 an cu apă la temperatura de 70°C [1]

BIBLIOGRAFIE

[1] — BLANCHARD F.: *La corrosion des tubes galvanisés dans les eaux chaudes sanitaires.* Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, nr. 279/1971.

[2] — DUMITRESCU L., RAPPAPORT I.: *Instalații de apă caldă menajeră.* Editura Tehnică, 1965.

[3] — FOUCAULT M.: *La corrosion dans les circuits de distribution d'eau.* Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, nr. 279/1971.

[4] — FRIEHE W.: *Asupra cauzelor formării fisurilor în straturile de zinc aplicate prin scufundare la cald, supuse atacului apei calde și posibilitățile de remediere.* Sanitär und Heizungstechnik, nr. 3/1967.

[5] — KRUGER H.: *Protecția încălzitoarelor de apă contra coroziunii.* Heiz-Lüft — Haustechnik, nr. 3/1968

[6] — KAESCHE H.: *Untersüchungen über den Lochfrass Verzinkter Stahlrohre und dein einfluss der elementbildung durch kupperabscheidung.* Heiz-Lüft-Haustechnik, nr. 10/1962.

[7] — KÄTE NIELSEN: *Expérience danoise de la corrosion de l'acier galvanisé dans la distribution d'eau chaude et froide doméstique.* 5th Scandinavian Corrosion Congress, Copenhagen, 1968.

TRANSFERUL DE CĂLDURĂ ŞI UMIDITATE PRIN MATERIALELE ŞI ELEMENTELE DE CONSTRUCŢIE

Şedinţa comisiei C.I.B. W 40
Lund, 7—10 iunie 1971

Între 7—10 iunie 1971 s-au desfăşurat la Lund, în Suedia, lucrările Comisiei W 40 ,,*Transferul de căldură şi umiditate prin materialele şi elementele de construcţie*'' din cadrul Consiliului Internaţional al Construcţiilor (C.I.B.), prezidată de specialistul B. H. Vos (Olanda), coordonatorul acestei Comisii.

Organizarea lucrărilor a fost asigurată de specialistul L. E. Nevander (Suedia) în cadrul Institutului pentru tehnica construcţiilor (INSTITUTIONEN FOR BYGGNADS-TEKNIC) din Lund.

Printre membrii Comisiei participanţi la conferinţă se menţionează W. Caemmerer (Berlinul Occidental), E. Dimitriu-Vâlcea (R. S. România), J. Maréchal (Franţa), L. E. Nevander (Suedia), A. W. Pratt (Anglia), V. Sittonen (Finlanda), A. Tveit (Norvegia), B. H. Vos (Olanda). De asemenea, la conferinţă au participat şi nemembri, şi anume: B. Adamson, S. G. Bergstrom, M. Bomberg, L. Ahlgren, I. Sandberg. C, Bankvall (Suedia), A. Wagner (Berlinul Occidental), B. Schwartz (R. F. a Germaniei) A. F. Nielsen (Danemarca).

În lucrările Comisiei s-au analizat teme deosebit de importante privind transferul de căldură şi umiditate prin materialele şi elementele de construcţie, legate de cercetări fundamentale, cu ajutorul unor metode tehnico-experimentale moderne, precum şi de cercetări aplicative la elemente de construcţie complexe, cu comportare corespunzătoare din punct de vedere al regimului higrotermic. Aceste lucrări sintetizează actualele cunoştinţe ale ştiinţei şi tehnicii higrotehnicii construcţiilor şi constituie o continuare a lucrărilor reuniunii de lucru a Comisiei C.I.B.—W 40, care a avut loc în Berlinul Occidental în anul 1969.

În cadrul temelor privind transferul de căldură prin materialele şi elementele de construcţie au fost dezbătute probleme legate de determinarea cîmpurilor de temperatură în teren la hale parter, cu ajutorul maşinilor electronice de calcul (P. Adamson—Suedia), de măsurarea coeficientului de conductivitate termică a materialelor în stare uscată, cu ajutorul metodei plăcii încălzitoare, cu referire la materialele fibroase de tipul produselor pe bază de vată minerală (C. Bankvall—Suedia), de transmisia căldurii (inclusiv inerţia termică) în timp de iarnă şi de vară prin pereţii exteriori şi acoperişuri cu diverse alcătuiri constructive în vederea asigurării reglării şi controlului temperaturii aerului interior (A. W. Pratt—Anglia), precum şi de stabilitatea termică a încăperilor iarna, în clădiri de locuit cu încălzire discontinuă, pe baza unei metode globale de transfer de căldură ţinînd seama şi de acumularea căldurii a elementelor de construcţie interioară (pereţi, planşee) (E. Dimitriu-Vâlcea—România).

Se poate menţiona, pe de o parte, folosirea metodelor şi aparatelor de încercare automatizate (maşini de calcul electronice, aparate înregistratoare şi calculatoare de prelucrare electrică a rezultatelor), cu grad de precizie şi număr de probe determinate sporit şi, pe de altă parte, considerarea regimului nestaţionar de transmisie a căldurii (inerţiei termice), în scopul controlului condiţiilor de confort termic în interiorul construcţiilor.

În cadrul temelor privind transferul de umiditate în elementele de construcţie, L. E. Nevander (Suedia) a prezentat un raport preliminar asupra problemelor de umiditate în construcţii, în care s-au tratat sursele de umiditate, mecanismul transferului de umiditate prin procese parţiale şi combinate, inclusiv efectele defavorabile asupra durabilităţii, condiţiile admisibile privind umiditatea şi metodele de dimensionare, atît din punct de vedere tehnic, cît şi economic pentru evitarea umezirii materialelor şi elementelor de construcţie.

M. Bomberg (Suedia) a prezentat problema fluxului de apă prin materialele poroase, pornind de la cazurile de umezire a materialelor: saturare completă sau parţială şi ajungînd la tratarea fenomenului de sucţiune în cazul fluxului izotermic pe baza potenţialului de umiditate termodinamic. P. I. Sandberg (Suedia) a rezolvat cu ajutorul maşinilor de calcul electronice, ecuaţia cu diferenţe finite a transferului de umiditate în regim nestaţionar, calculînd evoluţia conţinutului mediu de umiditate în elementele de construcţie în timp, în condiţiile anuale medii de climat exterior, într-un acoperiş de beton celular autoclavizat cu grosimea de 0,20 m.

Se scoate în evidenţă importanţa luării în consideraţie în calcule a proprietăţilor higrotermice ale elementelor de construcţie în regimul nestaţionar: capacitatea de acumulare calorică, concentraţia vaporilor, conţinutul de umiditate, precum şi a variaţiei temperaturii şi umidităţii relative a aerului exterior.

Utile comunicări au fost prezentate, în continuare, de către L. Ahlgren (Suedia), B. Adamson (Suedia), A. F. Nielsen(Danemarca) privitoare la unele determinări de laborator privind proprietăţile higrice ale materialelor.

L. Ahlgren (Suedia) a expus rezultatele unor determinări pe diverse materiale de construcţie (beton celular autoclavizat, vată minerală etc.) a curbelor de sorbţie — desorbţie.

B. Adamson (Suedia) a analizat uscarea în timp a unei serii de materiale (umezite pînă la saturaţie), precum şi reducerea conţinutului de umiditate al unor materiale saturate în funcţie de diferenţa de temperatură între feţele probelor de material.

A. F. Nielsen (Danemarca) a prezentat programul şi aparatura de măsurare a transferului de umiditate în materiale în domeniul higroscopicităţii, precum şi fenomenele de condensare în modele de acoperişuri, cu ajutorul unor cutii higrotermoizolate, climatizate (cu parametrii aerului, de o parte şi alta a probelor de încercare, controlaţi).

O altă lucrare, prezentată de V. Sittonen (Finlanda), este dedicată unei metode de calcul al bilanţului de umiditate în acoperişuri plate ventilate, în scopul dimensionării măsurilor de protecţie pentru evitarea condensului periculos al vaporilor în interiorul acestor elemente; metoda se pretează la folosirea maşinilor electronice de calcul şi a fost verificată în condiţiile tehnice şi climatice ale Finlandei.

În continuare, B. H. Vos (Olanda) a analizat sintetic cunoştinţele actuale privind ,,Umiditatea şi transferul de umiditate în materiale poroase", pornind de la tratarea potenţialelor în capilare şi amestecul aer-vapori şi a potenţialelor în materialele poroase.

Trecînd la expunerea ecuaţiilor transferului de umiditate, care au o expresie analogă transferului de umiditate în domeniul higroscopic, B.H. Vos arată că în anumite condiţii marginale transferul de vapori poate să se producă în domenii cu presiuni parţiale joase de vapori pînă în domenii cu presiuni înalte de vapori.

Apoi s-au discutat noţiunile, simbolurile şi unităţile de măsură folosite în higrotermica construcţiilor, în scopul unificării lor, ţinînd seama de recomandaţiile I.S.O. în această privinţă.

În final, s-a supus discuţiei raportul care va fi prezentat de B. H. Vos (Olanda), coordonatorul Comisiei C.I.B.-W 40, la Congresul general al C.I.B., care va avea loc la Versailles în acest an şi care conţine cîteva teze în domeniul ransferului de căldură şi umiditate în materialele şi elementele de construcţie şi schiţează activitatea viitoare.

În cadrul reuniunii de lucru C.I.B.-W 40 a fost efectuată şi vizitarea laboratoarelor de încercări higrotermice pe materiale şi elemente de construcţie ale Institutului Tehnic de Construcţii din Lund, care sînt înzestrate cu camere climatizate şi cu aparatură de încercare de înaltă precizie.

De asemenea, s-au vizitat şi şantiere în lucru în regiunea Lund privind executarea unor blocuri şi case individuale de locuit, realizate cu ajutorul unor materiale moderne de înaltă eficienţă tehnică, prin metode de prefabricare, astfel încît punerea în operă a acestora constitue o operaţie de montaj.

Se menţionează că la aceste clădiri de locuinţe izolarea termică a elementelor de construcţie exterioare (pereţi exteriori, acoperişuri) se realizează la o valoare termoeconomică foarte ridicată, şi anume de 2...3 ori mai mare decît cea folosită la noi, în condiţii climatice exterioare ceva mai blînde decît în ţara noastră. Această măsură are consecinţe favorabile: cu un supliment de cost de investiţie mic în elementele exterioare de construcţie se obţin, pe de o parte costuri reduse la instalaţiile de încălzire şi climatizare şi la sursele de energie folosite la climatizarea clădirilor iar, pe de altă parte, sursele de energie economisite pot fi folosite cu eficienţă ridicată în alte industrii (de exemplu în industria petroliferă, industria medicamentelor etc.).

Reuniunea de la Lund poate fi considerată ca deosebit de importantă şi rodnică prin activitatea depusă şi rezultatele obţinute pe linia stabilirii unor metodologii noi de încercare higrotermică a materialelor şi elementelor de construcţie şi a precizării unor metode de calcul higrotermic în construcţii.

Din desfăşurarea lucrărilor au reeşit o serie de concluzii cu semnificaţie tehnico-ştiinţifică importantă relativ la desfăşurarea unor studii şi cercetări fundamentale pe domenii limitate, care pot fi asamblate în cadrul unor mari probleme în domeniul higrotermicei construcţiilor; la moderna organizare şi dotare a laboratoarelor cu aparate şi maşini electronice de calcul de precizie mare şi cu posibilităţi ridicate de încercare şi de prelucrare a datelor, atît ca volum de probe încercate, cît şi ca durată de încercare; la gradul ridicat de izolare termică a locuinţelor, cu consecinţe favorabile asupra confortului higrotermic interior şi asupra economiei de instalaţii şi surse de energie pentru climatizarea construcţiilor.

La încheierea lucrărilor s-a propus prelungirea mandatului de coordonator al Comisiei C.I.B.-W 40 al lui B. H. Vos (Olanda), care în numele tuturor membrilor străini ai Comisiei a exprimat gazdelor suedeze de la Institutului Tehnic în Construcţii din Lund vii mulţumiri pentru modul de organizare al întrunirii şi pentru ospitalitatea oferită participanţilor la reuniune.

Ing. **Eug. Dimitriu-Vâlcea**
INCERC

RECENZII

C. Ruşcă, M. Perjescu
HALE INDUSTRIALE CU UN NIVEL
Elemente de calcul static
Bu ureşti, Editura tehnică, 1971
(198 pag., 13,50 lei)

Calculul static (eforturi, rigidităţi şi deplasări), sub acţiunea diverselor încărcări, la halele industriale cu un nivel, avînd şi stîlpii cu secţiune variabilă pe înălţime, este foarte laborios, necesitînd un volum mare de muncă de proiectare.

Autorii îşi propun ca, prin unele simplificări aduse metodei deplasărilor, să sistematizeze, teoretic şi prin exemple numerice, problemele legate de stabilirea eforturilor în stîlpii structurilor diverselor tipuri de hale cu un nivel.

Se dau indicaţii practice, concretizate în formule de calcul justificate teoretic sau sub formă de tabele sau diagrame. Se studiază structuri cu stîlpi avînd variaţii de secţiune şi diferite tipuri de legături la capete. Se ia în considerare şi conlucrarea spaţială a cadrelor structurii unei hale, la acţiunea locală a podurilor rulante, în cazul cînd acoperişul halei se poate considera şaibă rigidă.

Prin problemele tratate şi nivelul de rezolvare a lor, lucrarea se adresează inginerilor constructori din institutele de proiectare şi execuţie, precum şi studenţilor facultăţilor de construcţii.

Volumul face parte din cicul ,,Calculul şi alcătuirea construcţiilor".

Emanuel Blitz
PROIECTAREA CANALIZĂRILOR
Bucureşti, Editura tehnică, 1971
(1452 pag., 31 lei)

Lucrarea îşi propune să prezinte modul de proiectare a canalizărilor (reţele, staţii de epurare şi construcţii pentru evacuare)

în condiţiile unor progrese însemnate în tehnica mondială şi a unor eficienţe economice maxime, care influenţează realizarea şi exploatarea lor.

Se dau elemente tehnice şi economice necesare oricărui proiect de canalizare. Astfel, se descriu criteriile tehnice şi economice de alegere a soluţiilor optime din mai multe variante. Un capitol foarte întins este dedicat calculelor hidraulice (neglijate în cele mai multe cărţi despre canalizări); se descriu cele mai noi metode tehnologice şi de calcul pentru epurarea apelor uzate.

Cartea prezintă un deosebit caracter operativ prin înglobarea unui amplu număr de tabele şi diagrame indispensabile proiectării, evitîndu-se astfel, pe cît posibil, necesitatea consultării a numeroase alte publicaţii tehnice în vederea alcătuirii proiectului unei canalizări.

Pentru exemplificarea modului de aplicare a relaţiilor de calcul s-au dat 52 de exemple şi un calcul de ansamblu al canalizării unui oraş pentru care — în vederea alegerii soluţiei optime — au fost studiate 21 de variante. În acest fel, prin concepţia şi modul de alcătuire, lucrarea este deosebit de utilă în proiectarea, construcţia şi exploatarea tehnică a canalizărilor.

Cartea este destinată proiectanţilor, constructorilor şi celor ce lucrează direct în exploatarea canalizărilor, precum şi studenţilor de la institutele de construcţii, ca manual ajutător la cursurile de specialitate.

A. Beleş, M. Soare

DAS ELLIPTISCHE UND HYPERBOLISCHE PARABOLOID IM BAUWESEN

Paraboloidul eliptic şi hiperbolic în construcţii

Berlin, VEB Verlag für Bauwesen – Bucureşti, Editura Academiei R.S.R., 1971
874 pag., 224 fig., 74 tabele, 8 anexe
412 ref. bibliogr.

Ştiinţa românească în domeniul construcţiilor cunoaşte o nouă afirmare peste hotare prin apariţia în limba germană a cărţii ,,Paraboloidul eliptic şi hiperbolic în construcţii''.

Versiunea originală a fost publicată în limba română în anul 1964, iar o traducere în limba franceză a apărut în 1967, în coeditarea Dunod (Paris) şi Editura Academiei R.S.R. (Bucureşti).

Personalitatea celor doi autori este bine cunoscută, pe plan internaţional, din publicaţii anterioare.

Aşa cum se menţionează şi în prefaţa acestei lucrări, faţă de versiunile anterioare au fost aduse unele îmbunătăţiri şi aduceri la zi.

Cartea are un cuvînt introductiv semnat de cunoscutul specialist Dr. Ing. Hermann Rühle şi de redactorul ştiinţific al versiunii germane, Albert Duda din R. D. Germană, prin care se dă o înaltă preţuire concepţiei şi modului ei de redactare.

Întrucît versiunile anterioare au fost recenzate în paginile acestei reviste (vezi nr. 2—3 din 1965), ne vom limita în

cele ce urmează să semnalăm elementele nou introduse.

În capitolul 1, ,,*Consideraţii arhitectonice*'', se dă o succintă descriere a halei de preexpoziţie pentru mobilă de la Pipera şi o scurtă descriere a realizărilor din U.R.S.S. privind prefabricarea plăcilor curbe subţiri.

În capitolul 2, ,,*Ecuaţiile generale ale plăcilor curbe subţiri*'', sînt menţionate:

— diferite variante de construire a ecuaţiilor generale (aproximaţia Sanders, aproximaţia Flügge-Lurie-Byrne, aproximaţia Kortea);

— precizări privind cele două sisteme de referinţă (coordonate curbilinii şi coordonate cartesiene ortogonale); în cadrul plăcilor curbe subţiri pleoştite, ecuaţiile scrise în metoda deformaţiilor se corespund printr-o convenabilă schimbare a necunoscutelor.

Capitolul 12, ,,*Teoria încovoierii paraboloidului eliptic*'', conţine numeroase adaosuri privind obţinerea soluţiilor numerice (prin diferenţe finite) şi influenţa diferiţilor parametri asupra stării de eforturi şi de deformaţie.

Capitolul 16, ,,*Teoria încovoierii paraboloidului hiperbolic raportat la generatoare rectilinii*'', are prefacerile cele mai profunde.

Aplicarea metodelor variaţionale a fost considerabil extinsă, fiind detaliate: placa încastrată pe contur, utilizarea funcţiilor fundamentale (după Nikireev — Sadurski, Mileikovski —Dorenbaum), calculul cu diferenţe finite în metoda deformaţiilor şi o trecere în revistă a altor soluţii din literatura de specialitate cea mai recentă.

Un număr de 8 anexe întregesc în mod fericit textul propriu-zis.

În anexa 1, ,,*Deformaţiile mari ale paraboloizilor pleoştiţi*'', ecuaţiile neliniare din metoda mixtă sînt soluţionate printr-o metodă variaţională, alegînd o deformată sinusoidală a suprafeţei mediane.

Ar fi deosebit de util dacă autorii ar studia, în continuare, probleme similare, luînd în considerare mai mulţi termeni ai seriei trigonometrice, pentru a avea o imagine mai exactă asupra influenţei temperaturii asupra deformaţiilor plăcii.

Anexa 7, nou introdusă, indică o soluţie elementară pentru paraboloidul hiperbolic în şa, pe contur dreptunghiular alungit.

Anexa 8, de asemenea nouă, conţine o succintă prezentare a funcţiilor fundamentale, particularizate pentru patru cazuri importante de rezemare.

Cartea este scrisă foarte clar şi sistematizat, cuprinde numeroase tabele, figuri şi exemple de calcul, care o fac uşor accesibilă unui cerc foarte larg de cititori, şi este prezentată în condiţii grafice excepţionale.

Nu ne îndoim că, atît în ţară, cît şi mai ales peste hotare, cartea celor doi autori îşi va găsi o apreciere bine meritată.

Dr. ing. Mihai Simonici

Bogdan Lewicki

BETOANE UŞOARE

(Traducere din l. polonă)

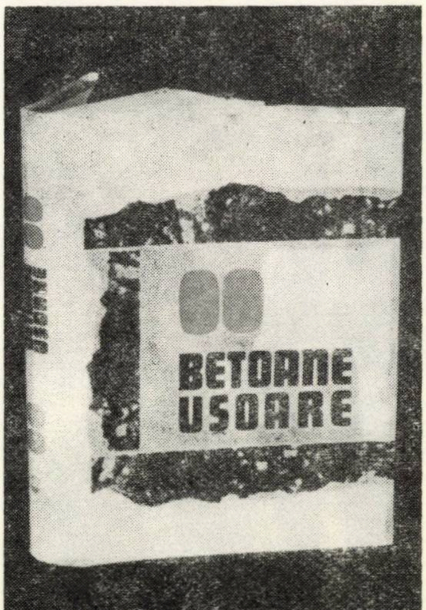
Bucureşti, Editura tehnică, 1971
(610 pag., 42 lei)

Această monografie constituie o sinteză a stadiului actual al cercetărilor în domeniul betoanelor uşoare (cu agregate minerale, agregate vegetale, celulare şi microporoase).

Sînt date caracteristicile principale de rezistenţă, proprietăţile termofizice, precum şi principiile alegerii compoziţiei şi tehnologiei betoanelor uşoare.

Capitole speciale sînt consacrate utilizării betoanelor uşoare în construcţii, problemelor alcătuirii pereţilor şi acoperişurilor, precum şi problemelor termofizice, ale izolării fonice, panourilor de protecţie contra incendiilor. Textul este îmbogăţit cu ilustraţii, tabele şi grafice ce exprimă rezultatele obţinute în diverse ţări.

Lucrarea este destinată unui cerc larg de ingineri constructori, precum şi lucrătorilor din domeniul cercetării ştiinţifice care se specializează în probleme de betoane uşoare.



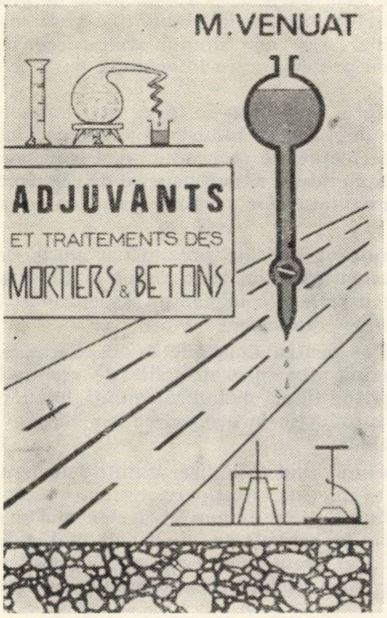
Michel Vénuat

ADJUVANTS ET TRAITEMENTS DES MORTIERS & BÉTONS

Aditivi şi tratări ale mortarelor şi betoanelor

Paris, Editura autorului, 1971
430 pag., 120 fig. şi tabele

Cartea lui M. Vénuat îşi propune să prezinte o sinteză a cunoştinţelor actuale în domeniul aditivilor pentru mortare şi betoane şi a metodelor de tratare a suprafeţelor, cu scopul de a oferi constructorilor un ghid util în activitatea lor. Lucrarea răspunde unor necesităţi reale, dată fiind dezvoltarea din ultimul timp a noilor modalităţi de ameliorare a proprietăţilor betoanelor prin folosirea unei game largi de produse, fiecare avînd acţiunea şi condiţiile sale de utilizare specifice.



Prima parte a cărţii este dedicată aspectelor generale şi metodelor de încercare a aditivilor pe paste, mortare şi betoane. Se pune accentul pe imperativul unui control viguros al aditivilor, indicîndu-se ca bază încercările de verificare propuse la colocviul RILEM din 1967.

În partea a doua a cărţii se prezintă aditivii pentru betoane şi mortare, clasificaţi în următoarele categorii: modificatori ai reologiei şi conţinutului de aer, modificatori ai prizei şi întăririi, modificatori ai rezistenţei la acţiunile fizice şi chimice, aditivi expansivi şi alţi aditivi (coloranţi, inhibatori de coroziune etc). În continuare este analizată şi acţiunea altor feluri de adaosuri, ca: cenuşi zburătoare, var, zguri, puzzolane, argile, calcare etc., precum şi a adaosurilor la prepararea cimenturilor.

În partea a treia, rezervată suprafeţelor, sînt prezentate produse de decofrare, tratări şi îmbrăcăminţi ale suprafeţelor, diverse lucrări de reparaţii (lipiri, injectări ale fisurilor etc.).

Aplicaţiile practice ale utilizării aditivilor la partea de ciment, mortare şi betoane sînt descrise în partea a patra, care cuprinde şi indicaţii privind aparatajul de punere în operă în special cel din cazul procedeelor speciale de lucru (injectare, torcretare, pulverizare).

Partea a cincea şi ultimă dă lista produselor aflate pe piaţă, pe categorii conforme clasificării adoptate, cu indicaţii privind producătorul, aspectul produsului, consumul preconizat, acţiuni secundare în afara celei principale specifice.

Oglindind experienţa ştiinţifică şi tehnologică a autorului, precum şi documentaţia deosebit de bogată folosită, materialul răspunde unei vaste game de probleme care se pun astăzi în legătură cu modalităţile de ameliorare a proprietăţilor betoanelor şi mortarelor. Cantitatea de informaţie oferită, ca şi nivelul de tratare a subiectului depăşesc limitele unui practicism îngust. Ca urmare, cartea apare utilă unui larg cerc de specialişti constructori: cercetători ştiinţifici, proiectanţi, executanţi.

Dr. ing. **Ida Dumitrescu**
I.S.P.H.

Macskásy Árpád

KÖZPONTI FŰTÉS. I

Încălziri centrale

Budapest, Tankönyvkiadó, 1971,
476 p., 254 fig.

Lucrarea „*Încălziri centrale*" a colectivului de autori condus de Macskásy Árpád este unul dintre cele mai bune manuale de instalaţii destinate studenţilor şi cadrelor didactice din învăţămîntul superior, precum şi una din cele mai interesante cărţi tehnice din domeniul instalaţiilor termice.

Cartea cuprinde, în cele 14 capitole, problemele de bază privind proiectarea şi executarea instalaţiilor de încălzire centrală, tratate, din punct de vedere ştiinţific şi tehnic, la un nivel foarte ridicat.

În primul capitol, intitulat „*Probleme de încălzire în regim nestaţionar*", sînt expuse pe scurt ecuaţiile diferenţiale şi sînt prezentate detaliat, pentru aplicarea lor directă în proiectare, relaţiile de calcul ale transferului de căldură prin pereţi plani, cilindrici şi sferici, cu şi fără izvoare interioare de căldură.

Capitolul se distinge prin sistematizarea întregului material şi claritatea expunerii.

În capitolul al doilea, „*Transmisia căldurii prin convecţie*", autorii prezintă relaţiile de calcul pentru convecţia liberă şi forţată, problemele de strat limită etc.

În capitolul al treilea, „*Radiaţia*", se expun legile de bază ale radiaţiei termice şi se analizează cazurile tipice de schimb radiant de căldură întîlnite în practica proiectării instalaţiilor de încălzire centrală.

Problemele tratate în primele trei capitole constituie baza teoretică absolut necesară abordării în continuare a problemelor specifice domeniului instalaţiilor termice.

În capitolul al patrulea se analizează condiţiile termo-fiziologice ale schimbului de căldură între om şi mediu, precizîndu-se parametrii de bază ai confortului termic.

Datele climatologice exterioare sînt tratate în capitolul următor, „*Noţiuni de meteorologie*", fixîndu-se astfel parametrii de calcul ai aerului exterior, necesari pentru proiectarea instalaţiilor de încălzire centrală.

Cu capitolul al şaselea, „*Tehnica încălzirii clădirilor*", se intră în tratarea problemelor specifice domeniului analizat, precizîndu-se în mod concret modul de rezolvare a transferului de căldură şi de umiditate prin pereţi, planşee etc., oscilaţiile temperaturii interioare etc.

După precizarea elementelor arătate mai sus, se prezintă în capitolul al şaptelea, „*Calculul necesarului de căldură al clădirilor*", calculul pierderilor de căldură prin elementele delimitatoare ale încăperilor obişnuite şi ale încăperilor ce prezintă particularităţi deosebite (din punctul de vedere al amplasării lor în clădire, al utilizării lor mai puţin frecvente etc.). Precizarea adaosurilor la pierderile de căldură este însoţită de o analiză a factorilor ce influenţează necesarul de căldură al clădirilor.

În capitolele VIII şi IX se tratează problema utilizării combustibililor şi, respectiv, a cazanelor.

Ca element deosebit se semnalează tratarea problemei privind legătura între perioada de furnizare a căldurii şi perioada de încălzire a clădirii, făcîndu-se o analiză a încălzirii continue şi a încălzirii cu întreruperi.

În capitolul referitor la cazane sînt studiate tipurile uzuale de cazane pentru combustibilii solizi, lichizi şi gazoşi, inclusiv tipurile de arzătoare folosite pentru combustibilii lichizi şi gazoşi. Se prezintă, de asemenea, dispozitivele

de automatizare, reglare şi siguranţă ale acestora.

Un capitol foarte interesant este cel referitor la ,,*Schimbările de căldură*''. După prezentarea tipurilor constructive uzuale de schimbătoare de căldură şi după clasificarea acestora în funcţie de felul şi de circulaţia agenţilor termici angajaţi în schimbul de căldură, se prezintă calculul schimbătoarelor de căldură în două situaţii interesante de funcţionare, şi anume : schimbătorul de căldură cu debit constant de căldură în perioada de încălzire şi schimbătorul de căldură cu temperatură constantă în perioada de încălzire. În cuprinsul capitolului se prezintă diagrame spaţiale, foarte sugestive, de variaţie a temperaturilor în timp pe suprafaţa de schimb de căldură.

În capitolul ,,*Corpuri de încălzire*'' se analizează mai întîi schimbul de căldură între corp şi mediu, apoi se prezintă alcătuirea şi calculul majorităţii corpurilor de încălzire cunoscute : radiatoare din fontă sau din alte materiale, ţevi cu aripioare, serpentine, convectoare etc.

Capitolul XII, intitulat ,,*Ţevi şi armături*'', completează cu date tehnice asupra materialelor de execuţie (ţevi, dispozitive de îmbinare, robinete de închidere etc.) problemele de alcătuire a instalaţiilor de încălzire centrală, care au fost studiate în capitolele anterioare. În acest capitol se prezintă, de asemenea, problema grosimii optime (economice) a izolaţiei conductelor şi totodată se amintesc caracteristicile termice ale principalelor materiale de izolaţie termică utilizate în mod curent.

Elementele constructive şi metodele de calcul referitoare la centrale termice, coşuri şi canale de fum fac obiectul ultimelor două capitole.

Sînt prezentate succint majoritatea tipurilor de centrale termice, ţinînd seamă de natura combustibililor folosiţi (solizi, lichizi sau gazoşi) şi se prezintă datele necesare referitoare la construcţia sălii cazanelor.

Calculul coşului şi al canalului de fum este prezentat clar şi se analizează şi apariţia diferenţei de presiune datorită presiunii vîntului, cu influenţă directă asupra tirajului. Se dau, de asemenea, indicaţii privind amplasarea şi construcţia coşurilor de fum.

În încheiere, subliniem că cei doisprezece autori ai lucrării au reuşit să elaboreze, sub îndrumarea dr. Macskásy Árpád, cunoscut specialist în domeniul instalaţiilor termice, o lucrare pe cît de interesantă pe atît de utilă pentru toţi cei ce lucrează în domeniul instalaţiilor de încălzire centrală, contribuind astfel la îmbogăţirea literaturii tehnice din acest domeniu.

Ing. Ştefan Vintilă
Institutul de construcţii Bucureşti

DOCUMENTARE

Îmbrăcăminţi aplicate la faţade

Suprafeţele faţadelor trebuie să corespundă unor necesităţi multiple, estetice, funcţionale şi economice. Cel mai important rol pe care trebuie să-l îndeplinească este acela de protecţie a clădirilor împotriva influenţelor dăunătoare externe, în special a intemperiilor. Cea mai simplă apărare constă dintr-o îmbrăcăminte de protecţie care înlocuieşte cu succes tencuiala.

Îmbrăcămintile aplicate devin din ce în ce mai necesare în construcţii deoarece dezvoltarea industriei construcţiilor, apariţia unor metode perfecţionate de producţie şi transport a elementelor prefabricate grăbesc ritmul general de construcţie şi impun ca finisarea faţadelor să ţină pasul cu acest ritm.

Utilizarea îmbrăcămintilor aplicate prezintă avantaje legate de posibilitatea asigurării unui ritm rapid în finisarea clădirilor, o tehnologie uscată şi comodă, un aspect estetic, dar şi avantaje economice directe.

Institutul de Cercetări pentru Construcţii din Germania a alcătuit un tabel comparativ cu cheltuielile de producţie şi de întreţinere a diferitor tipuri de îmbrăcăminţi, luînd ca unitate cheltuielile de producţie la acoperirea cu vopsea a suprafeţelor de cărămidă.

Din tabel reiese în primul rînd că îmbrăcămintile moderne necesită cheltuieli foarte mici de întreţinere. Se mai observă că îmbrăcămintile de faţadă, care impun cheltuieli mai mari de execuţie, se întreţin în schimb cu cheltuieli mai mici astfel încît sînt de fapt mai avantajoase economic, constatare de care ar trebui să se ţină seama la elaborarea proiectelor (tabelul 1).

Materialele cel mai des utilizate la îmbrăcămintile aplicate la faţade sînt : azbocimentul, aluminiul şi masele plastice, dar se folosesc uneori şi alte materiale (sticlă, ceramică, diferite metale, lemnul şi altele .

Tabelul 1

Alcătuirea faţadei	Cheltuieli de execuţie	Cheltuieli de întreţinere	Total
Vopsirea suprafeţei de cărămidă	1	8	9
Impregnarea suprafeţei de beton	2	3	5
Tencuială neimpregnată	2,5	5	7,5
Tencuială impregnată	3,5	3	6,5
Îmbrăcăminte de clincher	7	1	8
,, piatră brută	9	3	12
,, plăci ceramice	6,5	1	7,5
,, azbociment	7,5	1	8,5
,, aluminiu	8–18	0–0,2	8,2–18
,, material plastic	10–15	0–0,2	10,2–15
,, tablă de oţel	15–30	0–0,2	15,2–30
,, sticlă	15–30	0–0,2	15,2–30

ÎMCRĂCĂMINŢI DIN AZBOCIMENT

Utilizarea acestui tip de îmbrăcăminte se face de multă vreme, în special în ţările din vestul Europei, şi a dat rezultate foarte bune. Plăcile din azbociment se produc în autoclave şi se acoperă pe una din feţe cu un strat mat colorat pe bază de silicaţi. Ele sînt rezistente la temperaturi ridicate şi scăzute, la umezeală şi la impurităţile din atmosferă.

Acoperirea faţadelor cu plăci din azbociment se face în trei moduri diferite :

1. *Îmbrăcăminte în formă de solzi* prin fixare cu cuie pe un schelet de lemn (fig. 1), sau prin înşurubare pe o structură tot din azbociment (fig. 2). În ambele cazuri se combină cu un strat termoizolator. Cu acest sistem, prin combinaţii de culori, se pot obţine efecte remarcabile.

2. *Îmbrăcăminte reticulară*, într-un singur plan, cu rosturi deschise la racordări sau cu folosirea unor profile de închidere a rosturilor. Şi în aceste sisteme, fixarea se poate face cu cuie sau şuruburi pe un schelet de lemn, respectiv pe azbociment, dar în ultimul timp se utilizează diferite structuri de fixare a plăcilor care să evite dificultăţile ce se întîmpină în cazul scheletelor de lemn (fig. 3). Cuiele şi şuruburile folosite sînt de obicei vopsite în culoarea plăcilor, astfel încît nu sînt vizibile.

3. *Faţadele cu structuri metalice aparente* la care plăcile acoperitoare sînt încastrate la fel ca geamurile. Plăcile de azbociment se utilizează pe scară largă în întreaga lume, datorită multiplelor avantaje pe care le prezintă : aspect estetic, rezistenţă mare, economicitate.

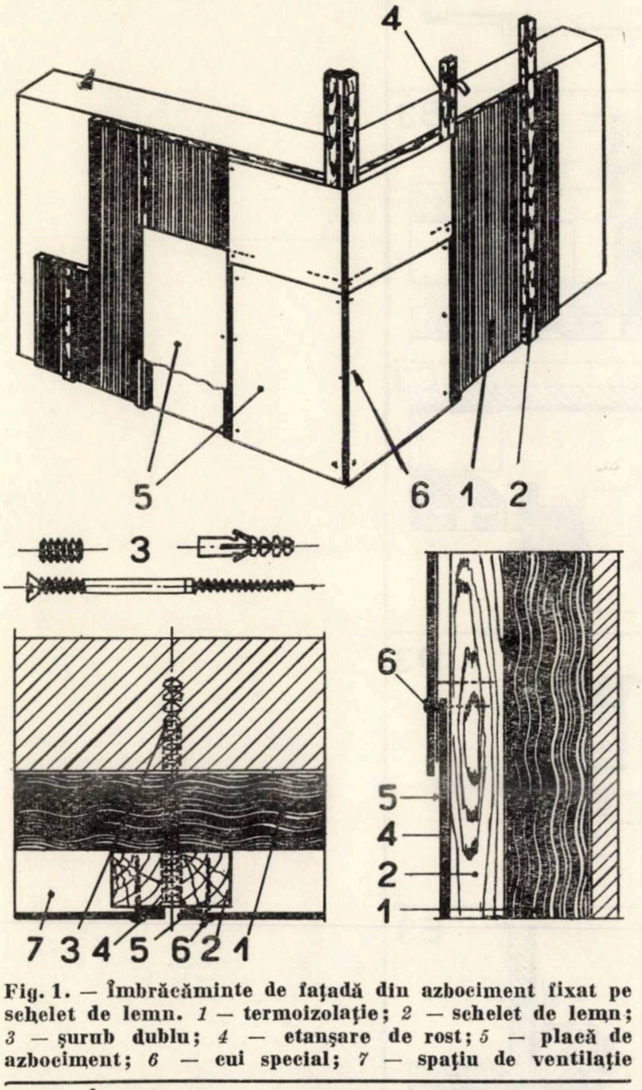


Fig. 1. — Îmbrăcăminte de faţadă din azbociment fixat pe schelet de lemn. *1* **— termoizolaţie;** *2* **— schelet de lemn;** *3* **— şurub dublu;** *4* **— etanşare de rost;** *5* **— placă de azbociment;** *6* **— cui special;** *7* **— spaţiu de ventilaţie**

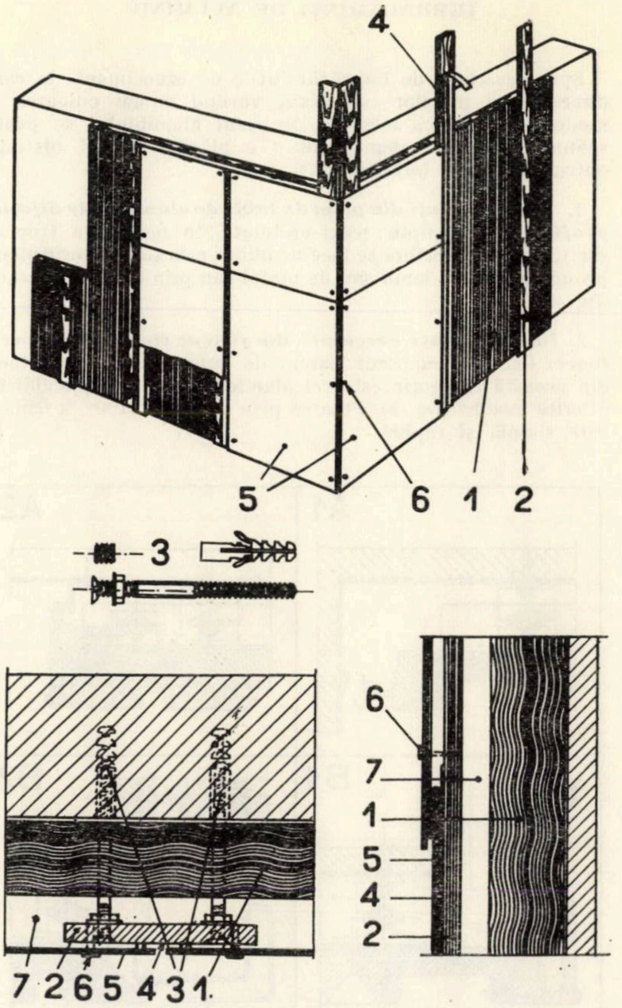


Fig. 2. — Îmbrăcăminte de faţadă pe fîşii de azbociment. *1* **— termoizolaţie;** *2* **— fîşie de azbociment;** *3* **— şurub special;** *4* **— etanşare de rost;** *5* **— placă de azbociment;** *6* **— şurub de lemn;** *7* **— spaţiu de ventilaţie.**

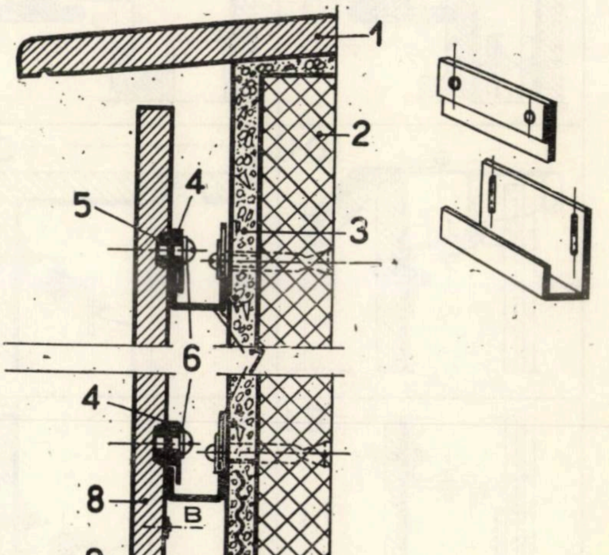


Fig.3. — Îmbrăcăminte cu azbociment pe schelet de oţel, cu fixare invizibilă. *1* **— solbanc;** *2* **— perete;** *3* **— tencuială de bază;** *4* **— element aplicat;** *5* **— şurub cu mufă;** *6* **— şaibă elastică (Grower);** *7* **— profil în formă de U;** *8* **— placă de azbociment;** *9* **— tablă**

ÎMBRĂCĂMINŢI DE ALUMINIU

Spre deosebire de îmbrăcămințile de azbociment, la care dimensiunea plăcilor este fixă, variind numai culoarea și modul de fixare a acestora, în cazul aluminiului se poate schimba și forma elementului (a plăcii). Se pot distinge patru tipuri de îmbrăcăminți :

1. ***Îmbrăcăminți din plăci de tablă de aluminiu de diferite profiluri*** (de exemplu : plăci ondulate, în formă de trapeze etc.). Fixarea acestora se face de obicei prin simplă înșurubare pe un schelet de lemn sau de metal sau prin sisteme speciale (fig. 4).

2. ***Îmbrăcăminți executate din fișii de elemente acoperitoare.*** Cel mai cunoscut sistem de îmbrăcăminte de fațadă din această categorie este cel olandez *Luxaflex*, aplicabil în diferite moduri (fig. 5). Fixarea prin prindere cu arc a fișiilor este simplă și rapidă.

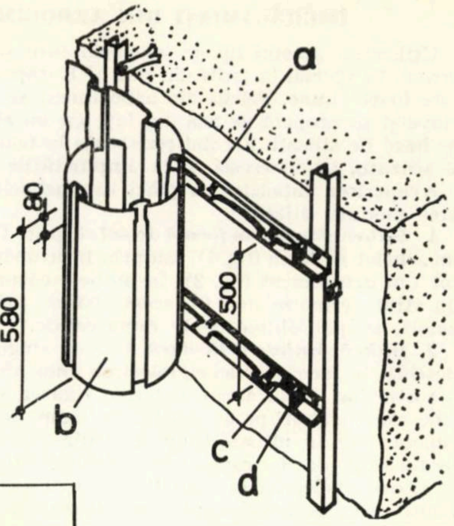


Fig. 4. — Îmbrăcăminte cu plăci de aluminiu fixate cu arc

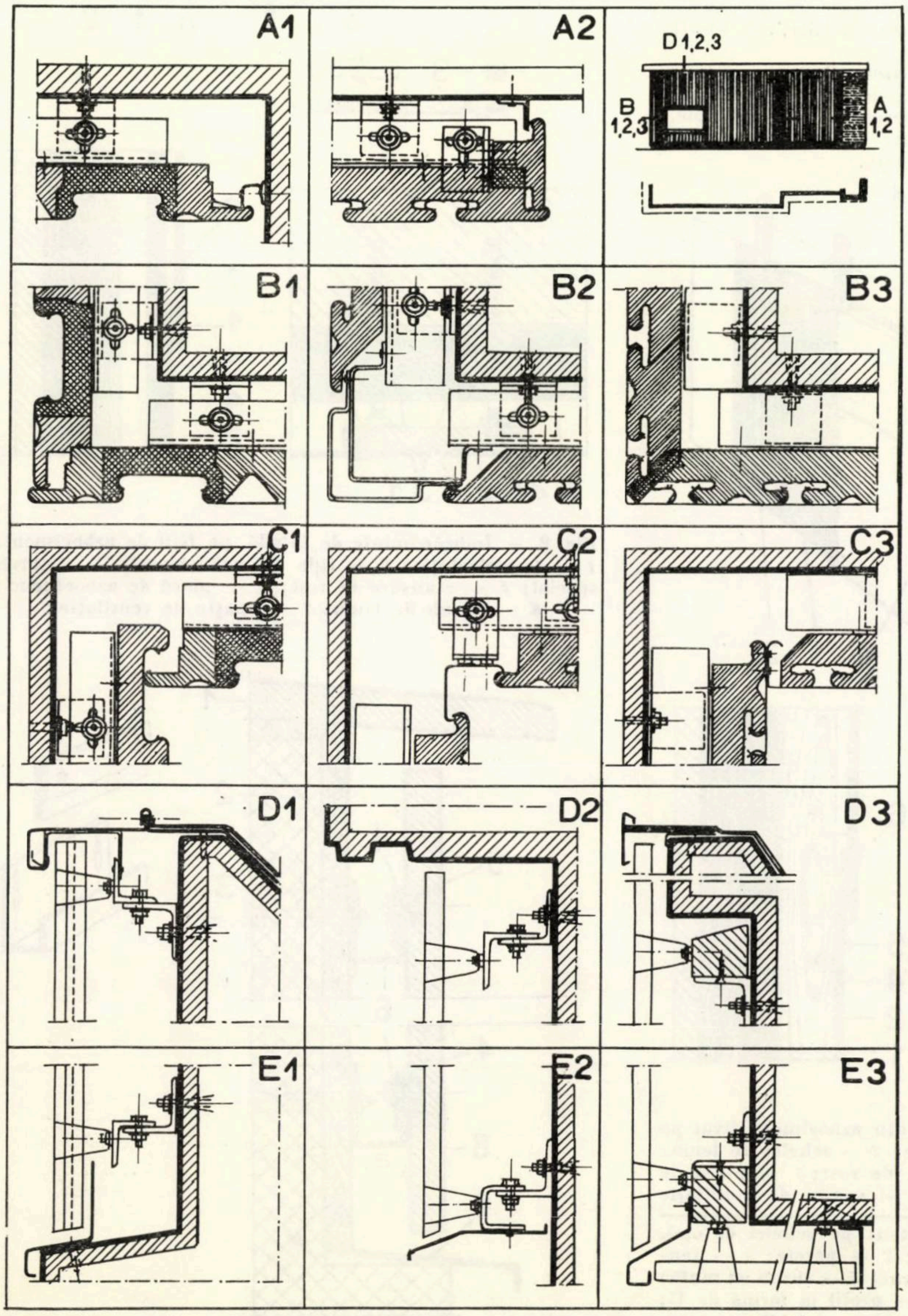


Fig. 5. — Detalii de structură la îmbrăcăminți de fațadă cu Luxaflex

3. ***Îmbrăcăminți casetcate din plăci de aluminiu, executate prin presare, de diferite forme*** (fig. 6). Scheletul de fixare poate fi, şi aici, din lemn sau metal. Fixarea se face de obicei. prin înşurubare.

4. ***Îmbrăcăminți din elemente mari, de forme asemănătoare cu elementele tridimensionale (spațiale) casetate.*** Astfel de îmbrăcăminți, prevăzute în proiect pentru fiecare construcție în parte, nu pot fi tipizate, iar modul de fixare poate diferi de la caz la caz.

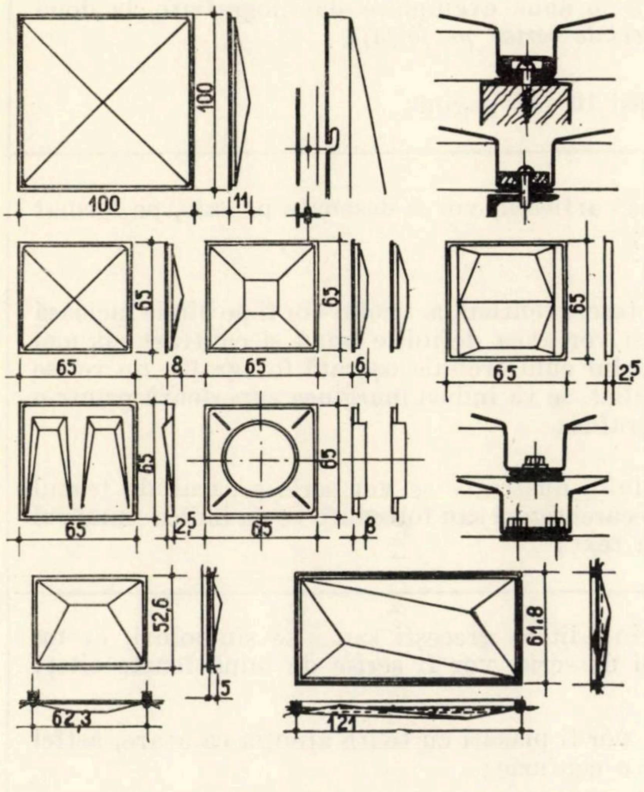


Fig. 6.— Cîteva tipuri de elemente de îmbrăcăminți de fațadă din aluminiu

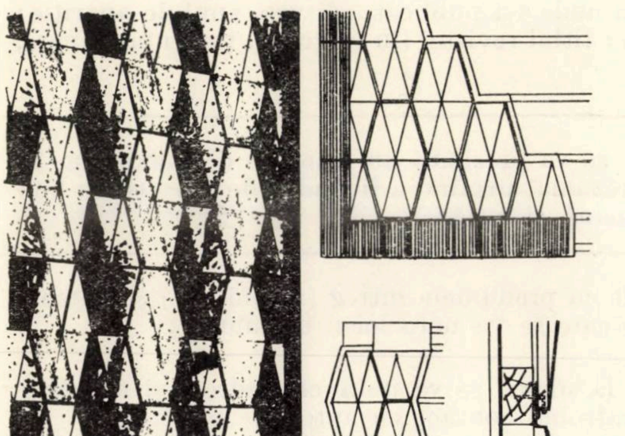


Fig. 7.— Îmbrăcăminte de fațadă din PVC dur, rezistentă la șoc (R.D.G.)

ÎMBRĂCĂMINŢI DIN MASE PLASTICE

Acest tip de îmbrăcăminte de fațadă se utilizează de puțină vreme. Problema principală constă în asigurarea unei bune rezistențe în timp a acestora în diferite condiții. De multe ori, la introducerea unor materiale noi, concluziile asupra rezistenței la intemperii, la uzură etc. se pot trage numai în urma unor cercetări de îmbătrînire rapidă efectuate în laborator. Se utilizează de obicei PVC dur, cu rezistență mare la șoc, și mai rar poliesteri armați cu fibre de sticlă.

Cel mai răspîndit tip este cel executat din PVC dur, casetat, la care fixarea se face prin simplă înșurubare sau cu ajutorul unor mici capse de fixare (fig. 7). Modificările de volum determinate de variațiile de temperatură sînt asigurate prin înșurubări în orificii ovale. În unele cazuri este necesară asigurarea unui spațiu de aerisire între îmbrăcăminte și fațadă.

Un alt tip îl constituie îmbrăcămintea de fațadă din profile celulare extrudate, fixate în șiruri alăturate. Prin faptul că elementele pot fi croite la dimensiunile dorite, se poate rezolva ușor și îmbrăcarea fațadelor cu goluri de diferite forme și mărimi. Se utilizează profile speciale pentru îmbrăcarea colțurilor și a golurilor. Scheletul de bază este și aici din lemn, iar fixarea se face cu cuie mascate (fig. 8).

Introducerea îmbrăcăminților aplicate la fațade constituie obiectul unor cercetări ce se efectuează cu succes în diferite țări și își găsește o aplicabilitate pe scară din ce în ce mai largă.

După **Magyar Épitöipar,** nr. 11—12/1970

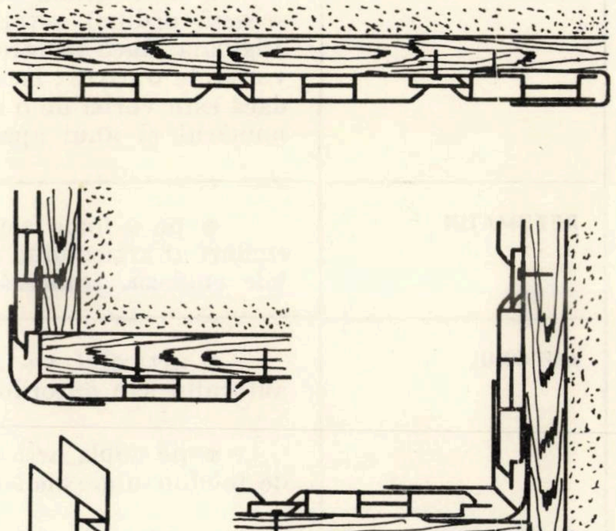


Fig. 8. — Detalii de structură la îmbrăcăminți de fațadă, executate cu profile de PVC dur, extrudat.

Recomandări pentru autori

Inginerii constructori din cercetare, învățămînt, proiectare și execuție, care trimit articole spre publicare, sînt rugați insistent să țină seama de următoarele :

TEXTUL	● articolul va fi trimis în **două** exemplare dactilografiate la două rînduri (*nu se primesc materiale scrise pe foiță*) ; ● articolul nu va depăși **10–12** pagini ;
ILUSTRAȚIA	● figurile care ilustrează articolul vor fi desenate pe calc, pe format de 18–24 cm maximum ; ● fotografiile care însoțesc, eventual, articolul vor fi pe hîrtie lucioasă (format 9 × 12 minimum) și vor avea definiție bună și contrast cît mai puternic ; în cazul în care felul cum trebuie așezată fotografia nu reiese evident din subiectul fotografiat, se va indica marginea superioară printr-o săgeată, pe reversul fotografiei ; ● explicațiile materialului ilustrativ se vor scrie separat de textul articolului, iar pe reversul fiecărei figuri sau fotografii se va indica numărul corespunzător trimiterii din text ;
FORMULELE	● formulele care cuprind litere grecești sau alte simboluri, ce nu există pe claviatura mașinii de scris, vor fi scrise de mînă **foarte citeț** ; ● indicii și exponenții vor fi plasați cu toată atenția ca atare, astfel încît să nu fie posibilă nici o confuzie ;
BIBLIOGRAFIA	● bibliografia articolului va cuprinde : numele și prenumele (în această ordine) autorului lucrării consultate și titlul lucrării (în limba originală, dacă lucrarea nu a fost tradusă în l. română) ; apoi — dacă este vorba de o carte : localitatea unde s-a publicat, editura, anul de apariție ; dacă este vorba de o revistă : titlul revistei (în original), țara unde apare, numărul și anul apariției ;
REZUMATUL	● pe o foaie separată se va prezenta un rezumat de maximum 10 rînduri al articolului, acest rezumat urmînd a fi tradus de redacție în limbile engleză, franceză, germană și rusă ;
AUTORUL	● articolul va fi iscălit cu prenumele întreg (nu inițiale) și numele autorului sau autorilor, sub care se va nota locul de muncă ; ● pe copia articolului, la sfîrșit, se va nota clar adresa și numărul de telefon unde redacția poate lua contact cu autorul.

Manuscrisele neacceptate spre publicare nu se restituie autorilor.

Ministerul Construcţiilor Industriale editează prin Redacţia publicaţiilor pentru construcţii volumul

„AGRESIVITATEA NATURALĂ PE TERITORIUL ROMÂNIEI ŞI ADOPTAREA MĂSURILOR CORESPUNZĂTOARE PENTRU LUCRĂRILE DE BETON ŞI BETON ARMAT".

Lucrarea sintetizează studiile şi cercetările efectuate în ultimii 10 ani, explicînd fenomenele de agresivitate naturală pe baza datelor obţinute din cercetări, detaliind, unde este cazul, prevederile din prescripţiile tehnice.

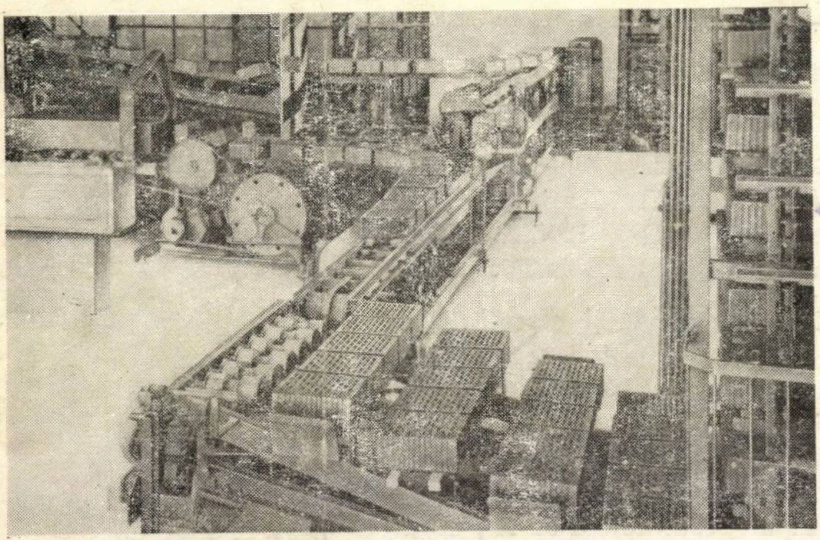
Volumul va avea cca 320 pagini, hărţi şi tabele.

Preţul unui exemplar este de cca 32 lei, unităţile şi persoanele interesate urmînd să înainteze comenzile pentru rezervarea exemplarelor necesare „Redacţiei publicaţiilor pentru construcţii", strada Episcopiei 9, Sectorul 1, Bucureşti.

Sute de mii de cărămizi în patru continente sînt produse cu maşinile de fabricat cărămizi

1972 MAI 1

PŘEROV MACHINERY



Această uzină constructoare de maşini din Cehoslovacia are o tradiţie de aproape o jumătate de secol în producţia de maşini pentru fabricat cărămizi. Acest lucru este explicabil într-o ţară vestită pentru bogatele sale zăcăminte de materii prime pentru cărămizi. Uzina poate livra orice utilaj în măsură să satisfacă orice exigenţe ale tehnicii moderne în domeniul fabricării cărămizilor, adică întregul utilaj, inclusiv maşinile pentru exploatarea carierelor de argilă, pentru prepararea şi punerea în tipare, uscarea şi arderea cărămizilor.

Aceste utilaje cuprind:

— linii tehnologice de 20 000 pînă la 50 000 de cărămizi per schimb;

— instalaţii de uscare tip cameră şi tunel

— cuptoare circulare şi cuptoare-tunel, inclusiv dispozitivele de mecanizare necesare.

Întregul utilaj corespunde cerinţelor actuale, acordîndu-se cuvenita atenţie celor mai recente cunoştinţe din domeniul tehnologiei şi economiei termice, precum şi al mecanizării şi procesului de ardere.

Livrăm instalaţii complete pentru fabricarea cărămizilor, precum şi maşini separate.

Uzina poate livra, de asemenea, instalaţii complete pentru fabricile de ciment, cuptoare de var, instalaţii de concasare, instalaţii de sortare, precum şi instalaţii pentru fabricarea produselor de ceramică fină şi ordinară.

Pentru informaţii detaliate şi comenzi, adresaţi-vă la

pragoinvest

CESKOMORAVSKA 23 PRAGA, CEHOSLOVACIA

Publicom